

К.Ф. Боряк, Л.В. Коломісьць, О.О. Лопатін, О.І. Ваганов, А.Г. Цимбалюк

**ІННОВАЦІЙНІ ПРИСТРОЇ ВИМІРЮВАННЯ МАСИ ДЛЯ
БЕЗГИРНОЇ ПОВІРКИ ВЕЛИКОВАНТАЖНИХ
ПЛАТФОРМНИХ ЗАЛІЗНИЧНИХ ВАГ**



Монографія

Під редакцією доктора технічних наук К.Ф. Боряка

ОДЕСА
«АПРЕЛЬ»
2016

УДК 681.2
ББК 34.967
Б 84

*Рекомендовано до видання вченою радою Одеської державної академії
технічного регулювання та якості (протокол № 6 від 22.12.2016).*

Авторський колектив:

К.Ф. Боряк, Л.В. Коломієць, О.О. Лопатін, О.І. Ваганов, А.Г. Цимбалюк

Рецензенти:

*Братченко Геннадій Дмитрович, доктор технічних наук, професор,
Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса;*

*Байцар Роман Іванович, доктор технічних наук, професор, Національний
університет «Львівська політехніка», м. Львів;*

*Кучерук Володимир Юрійович, доктор технічних наук, професор,
Вінницький Національний технічний університет, м. Вінниця.*

Боряк Костянтин Федорович

Б 84 Інноваційні пристрої вимірювання маси для безгірної повірки великовантажних платформних залізничних ваг: монографія: / за ред. д.т.н. К.Ф. Боряка – Одеса. – Бондаренко М.О., 2016. – 104 с.
ISBN 978-617-7424-29-0

В монографії стисло представлені результати наукових досліджень науковців Одеської державної академії технічного регулювання та якості, які отримані в рамках виконання НДР за державним замовленням № 011U002188 «Розробка, виготовлення і експериментальне випробування еталонного мобільного вимірювального комплексу для безгірної повірки і калібрування великовантажних залізничних платформних ваг».

УДК 681.2
ББК 34.967 Б 84

ISBN 978-617-7424-29-0

©К.Ф. Боряк, Л.В. Коломієць, О.О. Лопатін,
О.І. Ваганов, А.Г. Цимбалюк, 2016
© «Апрель», 2016

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП	5
1 ТОЧНІСТЬ ЗВАЖУВАННЯ ПЛАТФОРМНИХ ВАГ	6
1.1 Принцип забезпечення заявленого рівня МХ для кожного зразка ваг	8
1.2 Принцип адекватного моделювання процесу зважування	10
2 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОЇ ПРОБЛЕМИ І ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМКІВ ЇЇ ВИРІШЕННЯ	13
2.1 Аналіз існуючих умов проведення і ЗВТ для повірки платформних залізничних ваг	13
2.2 Обґрунтування напрямку вирішення існуючої проблеми	14
2.3 Схеми навантаження вантажоприймальної платформи в експлуатації та у безгірної повірки ваг	16
2.4 Аналіз схем навантаження вантажоприймальної платформи	20
3 ЗАПРОПОНОВАНІ ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ	22
3.1 Назва виробу і галузь його застосування. Вибір і обґрунтування оптимальних схем навантаження вантажоприймальної платформи для впровадження безгірної повірки залізничних ваг без додаткової модернізації вагового комплексу.....	22
3.2 Основні вимоги, щодо конструкції зважувального неавтоматичного калібрувального пристрою ЗНКП-60 для безгірної повірки платформних ваг	24
3.3 Варіант №1 конструкції ЗНКП-60	25
3.4 Варіант №2 конструкції ЗНКП-60.....	48
3.5 Порівняння двох варіантів конструкції ЗНКП-60	55
3.6 Експериментальна перевірка похибки дослідного зразка вимірювального пристрою ВП-5 зі складу конструкції нового допоміжного повірочного пристрою ЗНКП-60.....	57
4 МЕТОДИКА ВИМІРЮВАНЬ ПРИ ПОВІРЦІ	60
4.1 Аналіз існуючих методик безгірної повірки платформних ваг ...	60
4.2 Нова методика повірки залізничних платформних ваг із застосуванням нового допоміжного повірочного пристрою ЗНКП-60 з урахуванням різних варіантів його конструкції	78
5 ВИСНОВКИ ТА ОЧІКУВАННІ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ	93

	Стор.
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ	95
ЛІТЕРАТУРА	96
Додаток А. Експертний висновок на предмет відповідності вимогам безпеки руху поїздів, охорони праці та довкілля запропонованих двох варіантів конструкції ЗНКП-60, отриманий від ДП «Український науково – дослідний інститут вагонобудування» (ДП «УкрНДІВ»)	99
Додаток Б. Проектно-конструкторські креслення варіанта №2 конструкції ЗНКП-60	101

ВСТУП

Великовантажні платформні ваги є найбільш поширеним засобом вимірювальної техніки при здійсненні комерційних перевезень по залізниці. На цей час на залізничному транспорті України для забезпечення обліку перевезених вантажів експлуатуються тисячі одиниць вагонних ваг для зважування із зупинкою та у русі. Технічні характеристики залізничних ваг повинні відповідати діючим державним стандартам [1; 2], а відповідність метрологічних характеристик визначатися при повірці [3].

При повірці платформних ваг перевага віддається прямим методам навантаження вантажоприймальної платформи еталонними гирями або баластними вантажами, бо при цьому з найбільшою точністю відтворюються реальні умови роботи ваг, вдається перевірити вплив всіх джерел похибки на шляху передачі зусиль [4]. Це перетворює повірку в довготривалу та трудомістку операцію, бо потребує багаторазового навантаження вантажоприймальної платформи. У підсумку для повірки широко поширених залізничних ваг з найбільшою межею зважування (100 ÷ 120) т потрібно мати не менше (50 ÷ 60) т гир, які доставляються на місце вагоповірочним вагоном (ВПВ).

В даний час в Україні є дефіцит вагоповірочних вагонів, що призводить до тривалої затримки у часі та зриву термінів міжповірочного інтервалу. Крім того, доставка вагоповірочного вагону до місця повірки і робота з ним вимагають великих матеріальних витрат і часу.

1 ТОЧНІСТЬ ЗВАЖУВАННЯ НА ВЕЛИКОВАНТАЖНИХ ВАГАХ І АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДИК ВИМІРЮВАННЯ ПРИ ПОВІРЦІ

Технічні та метрологічні характеристики (МХ) ваг є результатом дії численних і різноманітних за своєю природою фізико-технічних, організаційних чинників. Практика показує, що властивості конструкції ваг і опорної підстави як механічної системи, організація дій персоналу, умови навантаження ваг при налаштуванні і повірці є суттєвими факторами, часто визначають реальну точність зважування. На підставі результатів аналізу нормативних документів, досвіду експлуатації та випробувань ваг можна сформулювати в узагальненій формі організаційно-методичні засади і принципи, які відображають істотну суть робіт із забезпечення необхідної точності зважування на великовантажних вагах. Фактори, що впливають на точність зважування, потрібно розділити у залежності від того, на якому етапі знаходяться ваги: на стадії проектування, виробництва чи у експлуатації.

На етапі проектування ваг головними з них є:

- схематичні рішення, які закладаються в конструкцію ваг, ваговимірвальних датчиків і приладів;
- реалізація прийнятих конструктором рішень при виготовленні одного або декількох дослідних зразків ваг у відповідності до вимог у проектно-конструкторській документації;
- достовірна оцінка метрологічних характеристик ваг при випробуваннях типу ЗВТ.

Позитивні результати випробувань типу продукції (ваг, як ЗВТ) підтверджують МХ ваг, що відображаються в описі типу ЗВТ. Передбачається, що надалі в серійному виробництві споживачам постачаються ваги, які мають такі ж самі МХ. Але тут з'являються нові чинники, які можна викреслити окремо у другу групу, такі як:

- відхилення в межах допусків розмірів і інших параметрів при виготовленні металоконструкцій, додатково вмонтованого оснащення, інших

пристроїв, відхилення характеристик конкретних екземплярів приладів та датчиків;

- відступ від прийнятих при виготовленні дослідних зразків, які пройшли випробування на затвердження типу ЗВТ, матеріалів, технологій, типів і характеристик датчиків, приладів, комплектуючих елементів;

- вплив характеристик ґрунту, підоснови, фундаменту ваг, можливі помилки при монтажі конструкції ваг і додаткових вмонтованих пристроїв;

- старіння і зношеність окремих конструктивних елементів ваг і фундаментів, перенавантаження в ході експлуатації, вплив неналежної якості виконання технічного обслуговування або ремонту ваг;

- похибки налаштування при введенні ваг у експлуатацію чи після відновлювального ремонту.

Вплив другої групи чинників «особливі» для кожного зразка ваг і не можуть бути враховані при затвердженні типу ЗВТ. Суттєво впливає на МХ і налаштування ваг, коли виробник або ліцензоване сервісне підприємство проводять регулювання вимірювальних систем ваг і калібрування ваговимірювального приладу. На практиці МХ ваг, які експлуатуються, можуть істотно відрізнитися по кожному окремому зразку і не завжди відповідатимуть показникам, заявленим виробником для даного типу ЗВТ, що, на жаль, не є рідкістю і часто зустрічається.

Головним бар'єром та запобіганням з потрапляння у господарський обіг ваг з підвищеною похибкою, служить повірка ваг представниками органів державної метрологічної служби (ДМС). В ході повірки повинні бути експериментально визначені МХ ваг, перевірено відповідність ваг вимогам нормативної документації. Якщо виготовлення конструкції ваг, комплектуючих елементів, монтаж, їх налаштування виконані якісно, то можна вважати, що ваги повністю відповідають діючим вимогам законодавства в Україні. В експлуатацію до споживача надійдуть доброякісні ваги незалежно від обсягу випробувань при повірці.

Інша справа, якщо на повірку надходять ваги, виготовлені з дефектами або неправильно налаштовані. За діючими в Україні законами повірка органами ДМС є головним і часто єдиним бар'єром на шляху просування до споживача таких ваг. У цих випадках ефективність виявлення непридатних до експлуатації ваг залежить від якості методик випробувань при повірці, від кваліфікації і сумлінності повірника, а також від забезпечення робіт достатньою кількістю робочих еталонів. Класичні методи і процедури повірки визначені у ГОСТ [3].

На підставі результатів аналізу існуючих методик і практики налаштування, повірки, досвіду експлуатації великовантажних ваг, можна сформулювати наступні засади і організаційно-методичні принципи, які відображають істотну суть робіт із забезпечення необхідної точності зважування на великовантажних вагах.

1.1 Принципи забезпечення заявленого рівня МХ для кожного зразка ваг

Принцип відображає необхідність забезпечення заявленої точності зважування при роботі кожного зразка ваг безпосередньо у споживача. Аналіз причин підвищеної похибки зважування, що спостерігається часом при експлуатації великовантажних ваг, показав, що складові цих похибок в залежності від походження, механізму дії і місця первинного прояву доцільно теж розділити на дві окремих групи.

Перша група - це «базові» складові похибки, які пов'язані з:

- вибором основних технічних рішень - типом ваговимірювальних датчиків і приладів, кількістю секцій вантажоприймальної платформи;
- кількістю і класом точності ваговимірювальних датчиків;
- технічними характеристиками ваговимірювального приладу;
- впливом температури на МХ приладу і конструкцію ваг та інших зовнішніх факторів.

Друга група - це «локальні» складові похибки, які пов'язані з:

- впливом допусків на виготовлення датчиків, приладів, конструкції ваг і фундаменту;

- відхиленнями, внесеними при виготовленні підоснови, фундаменту, при монтажі або відновленому ремонті ваг;

- недобросовісністю, або помилками робочого персоналу та інше;

- похибками налаштування ваг після монтажу або після відновленого ремонту з причин: недостатньої маси еталонних вантажів, неадекватністю схеми навантаження ваг в реальних умовах і т.п.

До другої групи належать і ті похибки, які проявляються в ході експлуатації ваг, а саме:

- зміна характеристик датчиків і приладів внаслідок старіння;

- приховані дефекти, відмови датчиків, вимірювального приладу чи комутаційних пристроїв;

- просідання підоснови, пошкодження фундаменту чи опорних конструкцій ваг;

- зношеність контактних поверхонь, пошкодження настановного оснащення датчиків;

- порушення зазорів, тертя між рухомими (зважувальними) і нерухомими елементами ваг;

- деформації, пошкодження елементів конструкції вантажоприймальної платформи або інших конструкційних деталей ваг.

«Базові» складові похибки першої групи можна взагалі віднести до всіх ваг даного типу ЗВТ, так і до кожного окремого зразку. Похибки ж з другої групи - «локальні» проявляються у кожному зразку ваг по-різному, залежно від джерела та прояву факторів, які за своєю природою здебільшого мають випадкове походження.

Перша група «базові» складові похибки характеризує потенційні метрологічні можливості всієї сукупності ваг даного типу ЗВТ. До останнього часу більшість дослідників і авторів нормативних документів зосереджували свою увагу переважно на даному типі похибок.

Реальні значення похибок другої групи, залежать від великої кількості невідконтрольних факторів, в тому числі від помилкових або недобросовісних дій робочого персоналу. Практика показує, що «локальні» складові похибки із другої групи, які є непередбачуваними і випадковими, часто превалюють над іншими і вносять визначальну частку в загальну похибка ваг. Неможливо досягти високої точності зважування навіть на дорогих вагах виробництва найкращих фірм без побудови якісної підоснови, фундаменту, правильного монтажу, достовірного налаштування ваг при введенні їх в експлуатацію або після відновлювального ремонту.

Принцип забезпечення МХ кожного зразка ваг полягає у вимозі повного виключення після налаштування і повірки випадків постачання в експлуатацію ваг з МХ, що не відповідають діючим вимогам у ГОСТ [2].

1.2 Принципи адекватного моделювання процесу зважування

1.2.1 Експериментальна перевірка похибки ваг

«Базові» складові похибки з першої групи досить добре відомі і піддаються оцінці розрахунковими та експериментальними методами при випробуваннях ваг з метою затвердження типу ЗВТ і при періодичних випробуваннях.

Друга ж група, «локальних» складових похибок, до теперішнього часу мало досліджені. Залишаючись випадковими за походженням, ці складові часто проявляються в систематичній похибці ваг. Похибки «локального» характеру можна визначити тільки експериментальним шляхом окремо для кожного зразка ЗВТ при коректній постановці експерименту в ході налаштування і повірки ваг. У разі виявлення неприпустимо великої «локальної» похибки ваг, причини відхилень подібного роду найчастіше можуть бути усунені цілеспрямованим ремонтом окремих елементів ваг або правильним їх налаштуванням.

При налаштуванні і повірці ваг представляється можливість досить точного відтворення процесу зважування та експериментального визначення основних МХ під час дій, які властиві конкретному зразку ваг та визначитися із складовими похибок, як для «першої» так і для «другої» групи. При правильній постановці експерименту можна оцінити похибку ваг з урахуванням, як похибки датчиків і приладів, так і впливу деформації опорних конструкцій датчиків, деформацій вантажоприймальної платформи, здатності настановної оснастки датчиків чинити опір впливу деформації платформи на точність вимірювання та інших подібних факторів.

1.2.2 Врахування особливостей навантаження ваг у експлуатації

До основних показників, що контролюються при перевірці МХ великовантажних ваг, відносять перш за все:

- незалежність показів ваг від положення вантажу на вантажопідйомний пристрій (п. 3.3.5. ГОСТ [3]);
- похибка навантажених ваг (п.3.3.6. ГОСТ [3]).

Цілком очевидно, що характер і схеми навантаження при налаштуванні і повірці повинні бути максимально наближені до реальних умов експлуатації і враховувати особливості повсякденної роботи ваг.

Для вагонних, вагонеточних, автомобільних ваг характерно попарно симетричне, «точкове» передавання навантаження через «плями» торкання коліс зважувального транспорту на платформу. Через розмаїття транспорту по кількості осей і відстані між ними точки можливої передачі зусилля навантаження від коліс розташовані досить довільно по довжині платформи. Ця обставина, безумовно, повинна бути врахована при проектуванні конструкції платформи і при виборі схем навантаження ваг при налаштуванні і повірці, оскільки на вагах зважують транспорт різних баз і колісних формул, що наїжджає з обох сторін ваг. Точки можливої передачі зусилля навантаження на ваги розподілені практично по всій поверхні платформи.

При налаштуванні і повірці вагонних залізничних ваг із застосуванням спеціальної вагонетки із гирями навантаження на рейку передається через колесо вагового візка, що близько до умов експлуатації ваг. В той час при налаштуванні і повірці автомобільних ваг із застосуванням широко розповсюджених циліндричних гир характер передачі навантаження на платформу не відповідає реальному. При налаштуванні і повірці повинні бути перевірені ситуації розташування транспорту в будь-якому місці по довжині платформи, за всіма секціях. Навантаження платформи ваг повинно бути розподілено по рейках колії симетрично до поздовжньої осі.

2. АНАЛІЗ ІСНУЮЧОЇ ПРОБЛЕМИ І ОБГУНТУВАННЯ НАПРЯМКІВ ЇЇ ВИРІШЕННЯ

2.1 Аналіз існуючих умов проведення і ЗВТ для повірки платформних залізничних ваг

Для повірки вагонних ваг на залізничному транспорті використовуються вагоповірочні вагони (ВПВ) з обладнанням, підтримання технічного стану та експлуатація яких здійснюються відповідно до діючих відомчих інструкцій, нормативно-правових актів, нормативних документів. ВПВ обладнується на базі рухомого складу згідно з проектом, затвердженим встановленим порядком, і може бути чотири-, - шести чи восьмивісним. ВПВ має бути оснащеним робочими еталонами: гирями масою 2000 кг, самохідними вагоповірними візками, комплектом інших гир, а також може бути оснащений дизель-електростанцією та приводами керування для автономного пересування вагону. Загальна маса гир, яка потрібна при повірці, повинна дорівнювати найбільшій межі зважування ваг (НМЗ=100т). У зв'язку з цим, виникає необхідність застосування вантажопідйомних механізмів при проведенні повірки разом із спеціалізованим вагоповірочним вагоном.

Проблемою є дефіцит вагоповірочних вагонів (ВПВ), більшість яких були створені за часів СРСР і є морально застарілими. Наприклад, на Одеській залізниці кількість вагоповірочних вагонів за останні 15 років скоротилася в 3 рази (з 24 одиниць до 8). У зв'язку з цим терміни міжповірочного інтервалу порушуються, що призводить до тимчасової зупинки експлуатації вагового обладнання і виробничих простоїв. У результаті порушується весь технологічний процес виробництва. У такій ситуації створюється черга з замовників і велика затримка в часі виконання повірочних (калібрувальних) робіт щодо платформних ваг. Це призводить до великих збитків, які несуть промислові підприємства в очікуванні своєї черги. Ситуація, що склалася, потребує найскорішого врегулювання взаємовідносин між державними

повірниками ваг і їх власників через ліквідацію черг на проведення робіт з повіркою комерційних платформних ваг.

2.2 Обґрунтування напрямку вирішення існуючої проблеми

Зробимо простий розрахунок і дамо оцінку похибкам вимірювання при повірці платформних залізничних ваг. Співвідношення похибок застосованого еталонного засобу (набір гир класу M_1) до робочого засобу вимірювання (вантажоприймальної платформи) згідно повірочної схеми відповідно до вимог [3] повинно бути в межах 3-5 разів. Допустима абсолютна похибка застосованої еталонної гирі класу M_1 масою 2 т дорівнює $\pm 0,1$ кг [4], тому можна вважати:

$$3\sigma = \pm 0,1 \text{ кг,}$$

де σ - середнє квадратичне відхилення (СКВ) значення похибки.

Очевидно, що для платформних ваг з найбільшою границею зважування $M_{\max} = 100$ тон потрібно мати не менше 50 гир вагою у 2 тони. Отже дисперсія величини абсолютної похибки усієї маси (100 т) застосованих гир буде:

$$D(100) = 50 \cdot \sigma^2,$$

а загальна абсолютна похибка 50 одиниць гир при $M_{\max} = 100$ тон для платформних ваг складе:

$$\Delta = 3 \cdot \sqrt{D(100)} = \sqrt{50} \cdot 100 = 707 \text{ г} \approx 0,7 \text{ кг.}$$

В комерційних взаєморозрахунках при перевезенні вантажів залізницею допускається абсолютна похибка для стотонних вагонних ваг на рівні 50 кг. Ця обставина спонукала нас до створення нового допоміжного робочого еталонного засобу вимірювальної техніки (ЗВТ), який можна попередньо відкалібрувати за методикою прямого навантаження за допомогою еталонних гир класу M_1 та ввести у повірочну схему. Важливо, щоб новий робочий еталон ЗВТ мав запас по точності вимірювання маси (похибку) не менше ніж у 3 рази

по відношенню до робочого засобу вимірювання (вантажоприймальної платформи). Очевидно, що такий еталонний пристрій повинен мати, як мінімум чотири складових елементи: навантажувальний пристрій; вантажоприймальний пристрій; вагопередавальний пристрій; ваговимірювальний пристрій (силовимірювальний датчик) бажано більш високого класу точності ніж робочий ЗВТ вантажоприймальної платформи.

До навантажувального пристрою ставиться вимога стабілізації заданого зусилля протягом часу знімання показів, як з робочого ЗВТ вантажоприймальної платформи, так із ЗВТ еталонного пристрою. В даному випадку немає необхідності точно відтворювати розрахункове зусилля. Створення стабільного зусилля, яке відрізняється від розрахункового (розрахункове зусилля - десять рівномірно розподілених навантажень від найменшої до найбільшої межі зважування вантажоприймальної платформи) до 2% цілком достатньо. Важливо, щоб і ваги, і еталонний ваговимірювальний пристрій були навантажені однаково. Відхилення вивіреного зусилля від розрахункового застосовується і в існуючій практиці повірки великовантажних платформних вагонних ваг методом баластних вантажів. Важливою особливістю навантажувального пристрою є вимога витримування якомога меншого кута відхилення навантажувального зусилля від вертикалі. Конструкція навантажувального пристрою не повинна мати дуже високу жорсткість. У той же час при малій жорсткості може бути недостатньо ходу штока домкрата для отримання необхідного значення зусилля навантаження. Конструкція навантажувального пристрою повинна забезпечувати зазначені вище умови.

У зв'язку з жорсткими вимогами до точності силовимірювальних датчиків в еталонному пристрої доцільно розглянути питання про компенсацію систематичної складової похибки, яку вносять силовимірювальні датчики, і зменшення похибки навантажувального пристрою, який передає зусилля навантаження на датчики. Так як новий пристрій призначено для повірки робочого ЗВТ вантажоприймальної платформи, то з метою компенсації

похибки нелінійності можна скористатися градууювальною характеристикою силовимірювального датчика нового еталону спільно з аналого-цифровим перетворювачем. Для відображення інформації і результатів вимірювання доцільно використовувати персональний комп'ютер з відповідним програмним забезпеченням.

При наявності термокамери, що дозволяє проводити калібрування ЗВТ нового еталонного пристрою при різних температурах, можна вводити поправку до отриманих показів, відповідно до температури навколишнього середовища під час проведення повірочних робіт. Таким чином, розробка і проектування конструкції нового еталонного пристрою, що відповідає зазначеним вимогам, є дуже складним завданням.

2.3 Схеми навантаження вантажоприймальної платформи в експлуатації та у безгирної повірки ваг

Перевага віддається прямим методам навантаження вантажоприймальної платформи гирями або баластними вантажами, бо при цьому з найбільшою точністю відтворюються реальні умови роботи ваг, вдається перевірити вплив всіх, без винятків, джерел похибки на шляху передачі зусилля. Дійсно, при установці вантажу (гир або баластного вантажу) на вагову платформу потоки зусиль передаються разом із деформацією вантажоприймальної платформи на технологічну оснастку ваговимірювального пристрою. Технологічна оснастка повинна в достатній мірі компенсувати виникаючі деформації вантажоприймальної платформи і забезпечити, можливо, більш точну передачу вертикальної складової зусилля навантаження на силовимірювальні датчики [5]. Далі зусилля передаються на опорні елементи, на фундамент і замикаються на підстильний підставі (грунт, будівельна залізобетонна конструкція, щебенева баластна призма тощо) (рис. 2.1).

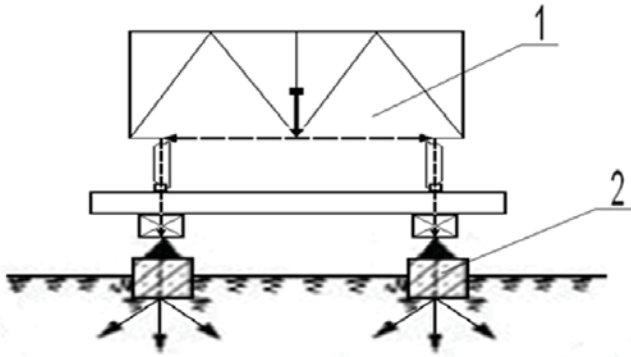


Рисунок 2.1 – Схема діючих зусиль на вантажоприймальну платформу, фундамент, підстильну підставу, тощо від розташованих на платформі еталонних гир або баластного вантажу при штатному навантаженні ваг у експлуатації або при повірці, де 1- баластний вантаж; 2- фундамент.

Відома російська методика безгірної повірки для великовантажних платформних вагонних ваг [6], в якій вагову платформу пропонують навантажувати не гирями або баластними масами, а різними навантажувальними механізмами, виміряючи створюване зусилля ЗВТ (силівимірювальними датчиками) еталонного пристрою, а результати порівнюють із показами робочого ЗВТ вантажоприймальної платформи.

Як один з варіантів, пропонується навантажувати вагову платформу гідроциліндрами. У цьому напрямку ряд відомих виробничих фірм виконали модернізацію конструкції платформних ваг, що включає створення спеціальної рамної обв'язки і посилення фундаменту, що дозволяє створити упор для навантажувального пристрою, встановленого на ваговій платформі і скріпленого із фундаментом тросом через отвір у самій ваговій платформі.

Для кращого розуміння методики безгірної повірки платформних ваг розглянемо всі можливі варіанти навантаження гідроциліндрами вантажоприймальної платформи (рис. 2.2÷2.5).

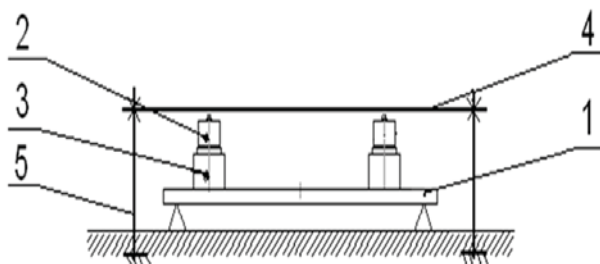
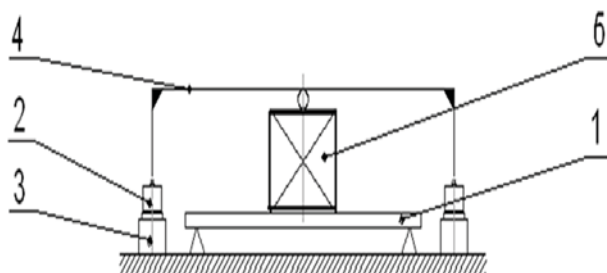
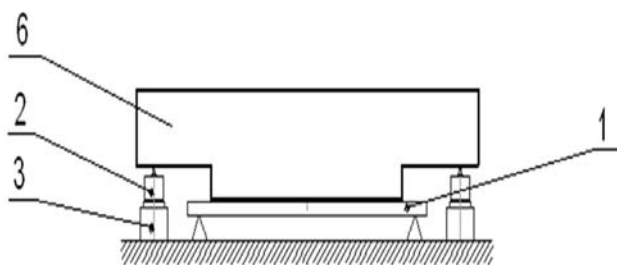


Рисунок 2.2 – Схема навантаження вантажоприймальної платформи без баластного вантажу з використанням гідроциліндрів, встановлених на вагову платформу і конструкційно пов'язаних з фундаментом



а)



б)

Рисунок 2.3 – Схеми варіантів навантаження вантажоприймальної платформи баластним вантажем з використанням гідроциліндрів, встановлених за межами вантажоприймальної платформи на сполучених з нею ділянках поблизу фундаменту (дорожнє покриття) або на фундаменті: а) малогабаритний; б) великогабаритний вантаж

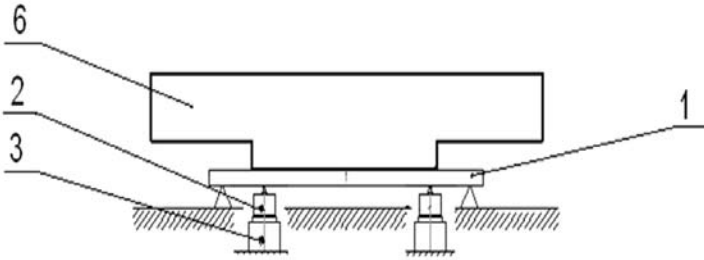
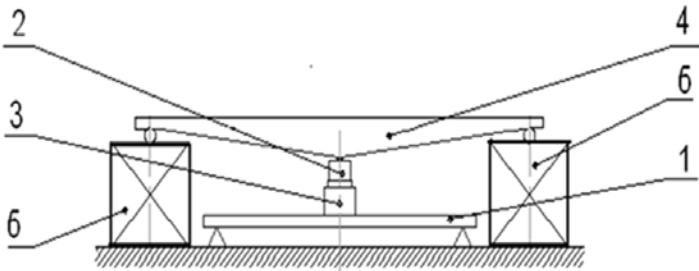
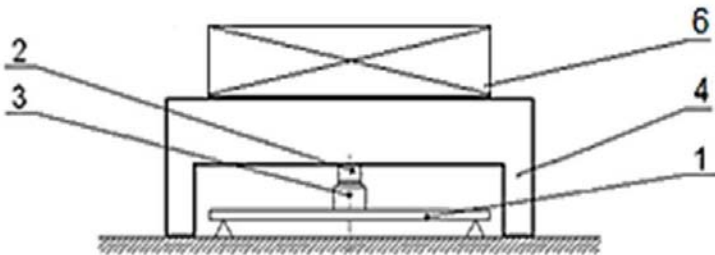


Рисунок 2.4 – Схема навантаження вантажоприймальної платформи баластним вантажем з використанням гідроциліндрів, встановлених під ваговою платформою, які спираються на фундамент ваг або на підстильної підставу



а)



б)

Рисунок 2.5 – Схеми варіантів навантаження вантажоприймальної платформи з використанням гідроциліндрів, встановлених на неї, і баластного вантажу, який спирається за межами вантажоприймальної платформи на фундамент або поєднані з ним ділянки дорожнього покриття:
а) малогабаритний вантаж; б) великогабаритний вантаж

Умовні позначення на рис. 2.2÷2.5: 1 вагова платформа; 2 - вимірювальний пристрій (датчик); 3 - гідроциліндр; 4 – вагопередавальний пристрій; 5 - штанги; 6 - баластний вантаж.

2.4 Аналіз схем навантаження вантажоприймальної платформи

У разі застосування схеми навантаження вантажоприймальної платформи (рис. 2.2) на фундамент ваг будуть діяти сили у протилежному напрямку, по відношенню до штатного навантаження (рис. 2.1) вантажоприймальної платформи в умовах експлуатації, чи при повірці із застосуванням еталонних гир разом із ВПВ. При створенні гідроциліндром на вагову платформу навантажувального зусилля [5] підстильна підстава, що примикає до нижньої поверхні конструкції фундаменту, залишається розвантаженою (рис. 2.6).

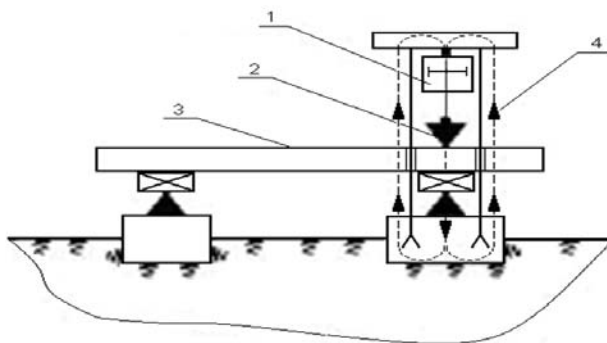


Рисунок 2.6 – Потік навантажувальних зусиль на вантажоприймальну платформу і фундамент, створених гідроциліндрами, розміщених на самій платформі

Це призводить до необхідності значного ускладнення самої конструкції фундаменту і підстильної підстави. При такій схемі безгирної повірки не буде перевірено вплив: податливості вантажоприймальної платформи, жорсткості опор, ефективності настановної оснастки датчиків на метрологічні характеристики ЗВТ платформних ваг. Цілком очевидно, і з позицій теорії, і з

досвіду експлуатації платформних ваг ствердження, що якість фундаменту, підстильної підстави, властивості ґрунту, деформації конструкції під навантаженням, здатність силовимірювальних датчиків і технологічної оснастки ваг чинити опір цим деформаціям є найважливішими факторами, які визначають реальну похибку зважування.

У разі застосування схеми навантаження вантажоприймальної платформи гідроциліндрами на рис. 2.3 і 2.4 одночасно в протилежному напрямку під п'ятою самих гідроциліндрів (при малій опорній площині п'яти) виникає велика концентрація сил, що впливають на фундамент або, прилегли до нього ділянки дорожнього покриття, і це може викликати незворотні деформації фундаменту або підстильної підстави, що в підсумку може вплинути як на точність отриманих результатів вимірювання, так і на їх стабільність при повторних випробуваннях. Взагалі практика показує, що властивості конструкції ваг, фундаменту і підстильної підстави, як цілісної механічної системи, умови навантаження ваг, якщо вони не наближені до експлуатаційних, організація дій персоналу при повірці є визначальними факторами, які впливають на точність отриманих результатів вимірювань [5].

Таким чином, розглянуті вище схеми навантаження платформи (рис. 2.2, 2.3, 2.4), на яких базується відома російська методика безгірної повірки має певні недоліки. По-перше, це необхідність значного посилення фундаменту ваг або істотного ускладнення самої металевої конструкції. Зазначені конструкційні складності призвели до того, що загальна вартість нових платформних ваг значно зростає, а для вже існуючих ваг зовсім стає неможливим застосувати цю методику безгірної повірки. Неминучість істотного ускладнення конструкції самих ваг призвела до того, що російська методика безгірної повірки не знайшла широкого поширення ні в Росії, ні в Україні. В обґрунтованих випадках її можна використовувати для діагностики технічного стану чи налагоджування окремих складових частин вагового комплексу.

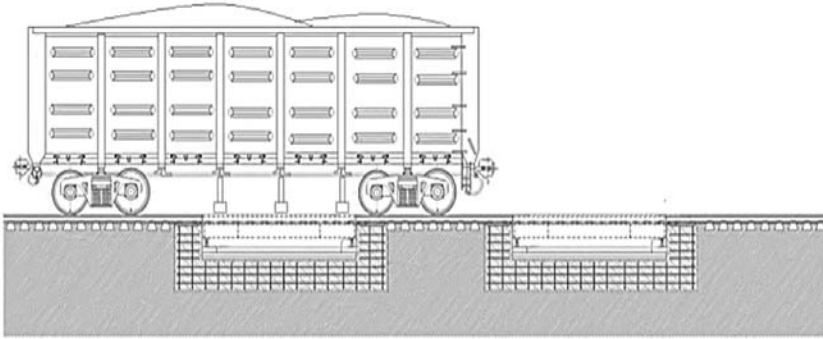
3 ЗАПРОПОНОВАНІ ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ

3.1 Назва виробу і галузь його застосування. Вибір і обґрунтування оптимальних схем навантаження вантажоприймальної платформи для впровадження безгирної повірки залізничних ваг без додаткової модернізації вагового комплексу

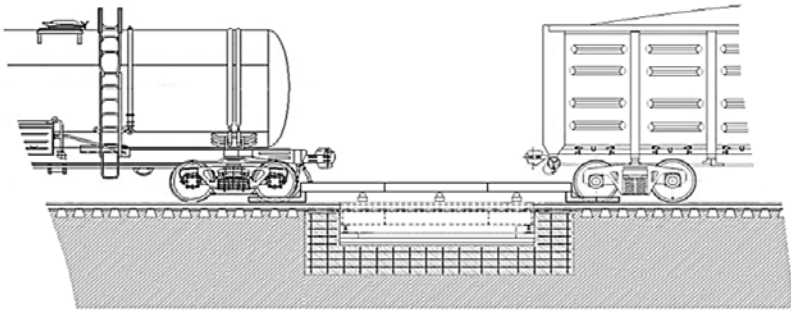
Пропонується ввести у повірочну схему засобів вимірювання маси до повірочних робочих еталонів новий допоміжний повірочний пристрій під назвою: «Зважувальний неавтоматичний калібрувальний пристрій з найбільшою границею зважування 60 т (ЗНКП-60)» [7], який замінить вагоповірочний вагон, укомплектований гирями. Повірка ваг за допомогою допоміжного повірочного пристрою ЗНКП-60 здійснюється методом порівняння з навантаженнями рівними значеннями маси до баластного вантажу, рівномірно розподіленими у всьому діапазоні зважування, при цьому розрахункові значення повірочних точок можуть не збігатися з округленими значеннями з набору гир.

Зважувальний неавтоматичний калібрувальний пристрій представляє собою розбірну металеву конструкцію, у яку вмонтовані гідравлічні домкрати і тензометричні датчики, і яка розташована між баластним вантажем та ваговою платформою таким чином, що навантажувальні зусилля від гідравлічних домкратів передаються вертикально на залізничні рейки вантажоприймальної платформи, далі на саму конструкцію платформи, фундамент і підстильну підставу.

Теоретичні передумови до реалізації цього технічного рішення побудовані на новому способі завдання навантажувальних зусиль [8] в усьому діапазоні навантаження платформи ваг, які повіряються, за допомогою гідравлічних домкратів і баластного вантажу, що є у наявності, наприклад, завантажених будь-чим залізничних вагонів (рис.3.1).



а)



б)

Рисунок 3.1 – Схеми розміщення баластного вантажу відповідно до вантажоприймальної платформи: а) одного вагону; б) двох вагонів.

Технічний результат досягається завдяки тому, що сама металева конструкція, в яку вмонтовані гідравлічні домкрати і тензометричні датчики, не має конструкційного зв'язку ні з ваговою платформою, ні з фундаментом, ні з підстильною підставою, ні з навколишнім дорожнім покриттям, що прилягає до вказаних елементів конструкції ваг, чим забезпечується:

- адекватність відтворення експлуатаційного навантаження ваг при повірці (калібруванні);

- неможливість виникнення будь-яких деформацій в елементах конструкції ваг і використовуваного залізничного напіввагону під час проведення операцій з калібрування (повірки);

- стабільність отриманих результатів вимірювання при повторенні операцій;

- зменшення часу на проведення технологічних операцій завдяки відсутності потреби у переміщенні вантажопідіймною технікою еталонних гир;

- зменшення загальної вартості робіт з калібрування (повірки) завдяки відсутності потреби у залученні до проведення робіт вагоповірочного вагону з еталонними гирями та вантажопідіймною технікою.

Відповідно до зазначених вище способів завдання навантажувальних зусиль у подальших дослідженнях для розробки варіантів конструкцій ЗНКП-60 нами приймаються схеми навантаження вантажоприймальної платформи, які наведені на рис. 2.5.

3.2 Основні вимоги, щодо конструкції зважувального неавтоматичного калібрувального пристрою ЗНКП-60 для безгирної повірки платформних ваг

Для вагонних ваг незалежність показів від положення вагону на платформі дуже важливе. На вагах зважують вагони різних баз і колісних формул, які наїжджають на платформу з обох сторін. Розрахункові точки прикладення зусилля від коліс через рейки на вантажоприймальну платформу розподілені рівномірно по всій площині платформи, тому при калібруванні (повірці) треба перевірити ситуації розташування вагону в будь-якому місці по довжині платформи, а відтворювати зусилля потрібно точково і симетрично відносно поздовжньої осі ваг (рис. 3.2).

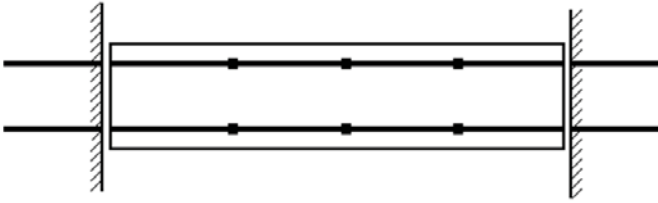


Рисунок 3.2 – Схема точкового відтворення зусилля на вантажоприймальну платформу

При такій схемі навантаження вантажоприймальної платформи навантажувальні зусилля через залізничні рейки на платформу передаються точково і симетрично до поздовжньої осі платформи, що є найбільш адекватним до умов навантаження ваг у експлуатації. В розумінні цього пристрій ЗНКП-60 повинен складатися із трьох окремих секцій, які імітуватимуть навантаження від колісних пар залізничного вантажного вагону на вантажоприймальну платформу. Тоді при повірці повірник отримує можливість імітувати два різних варіанти навантаження вантажоприймальної платформи адекватно до експлуатаційних вимог зважування вантажних вагонів, які відповідно мають двовісні візки (потрібно використовувати дві секції ЗНКП-60) або тривісні візки (потрібно використовувати три секції ЗНКП-60). Відповідно до схем навантаження вантажоприймальної платформи на рис. 2.5 було розроблено два різних варіанти конструкції пристрою ЗНКП-60.

3.3 Варіант №1 конструкції ЗНКП-60

Пристрій для безгірної повірки платформних ваг [9] містить баластний вантажу вигляді одного вантажного напіввагону (рис. 2.1а) і складається з шести модулів, згрупованих попарно у три окремі секції, які розташовуються на рейках вантажоприймальної платформи на міжцентровій відстані одна від одної, що дорівнює відстані між бічними стійками кузова вантажного вагону відкритого типу, приблизно на відстані 1,7 м.

Габаритні розміри (без домкратів) (Д×Ш×В), мм	3990×3120×923
Загальна маса не більше, кг	1300
Максимальна маса одиничного конструктивного елементу не більше, кг	63

До складу однієї секції ЗНКП-60 входить (рис. 3.3):

- навантажувальний пристрій складається із трьох гідравлічних домкратів, які встановлені на перемичках 5 і 6, причому на бічних перемичках 5 встановлені два домкрата з максимальним зусиллям в 5,0 тс (49 кН), а на центральній перемичці 6 встановлено третій домкрат з максимальним зусиллям в 15,0 тс (147 кН);

- вагопередавальний пристрій являє собою складові зварні металокопструкції (перемички 5 і 6 та дві балки 4), які розташовані поперек рейкового полотна, мають довжину 3120 мм, відповідно до габаритної ширини напіввагону по бічних стійках, і які своїми опорами центруються і спираються на диски ваговимірювальних пристроїв 2;

- ваговимірювальний пристрій 2 (чотири одиниці) являє собою комплект з трьох еталонних балкових датчиків, закріплених на приймальному диску під кутом 120 градусів один до одного, які розташовані попарно з двох сторін по центру головки рейки зверху на плитах вантажоприймального пристрою 1;

- вантажоприймальний пристрій 1 (дві балки 1), що представляє собою дві рамні зварні металокопструкції, які закріплені поперек рейкового полотна (для запобігання відриву металокопструкції пристрою від головок рейок під час навантаження в нижній частині рами в обмежуючих куточках передбачена установка двох притискних упорів, взаємодіючих з нижньою частиною головки рейки).

Гідравлічне обладнання ЗНКП-60 складається з двох комплектів: ручних насосів, домкратів, з'єднувальних шлангів і швидко роз'ємних з'єднувальних елементів (муфт з наконечниками). Один комплект для бічних домкратів з насосом №1 об'єднує шість домкратів, під'єднаних до насоса паралельно. Другий комплект для центральних домкратів з насосом №2 об'єднує три домкрата, також під'єднаних паралельно. Три секції ЗНКП-60 одночасно

можуть відтворювати максимальне навантажувальне зусилля в 60 тс (589 кН). Кожна секція може відтворювати максимальне зусилля в 20 тс (196кН). А кожен модуль може відтворювати максимальне зусилля в 10 тс (98кН). Гідравлічні домкрати усіх трьох секцій об'єднані в групи гнучкими шлангами: бокові із зусиллям 5тс (49 кН) в групу з 6 одиниць і центральні із зусиллям 15,0 тс (147 кН) в групу з 3 одиниць. У кожній із груп гідравлічні домкрати для вирівнювання тиску підключені до насосів паралельно, що забезпечує одночасність відтворення навантажувальних зусиль з боків і по центру конструкції вантажного вагона.

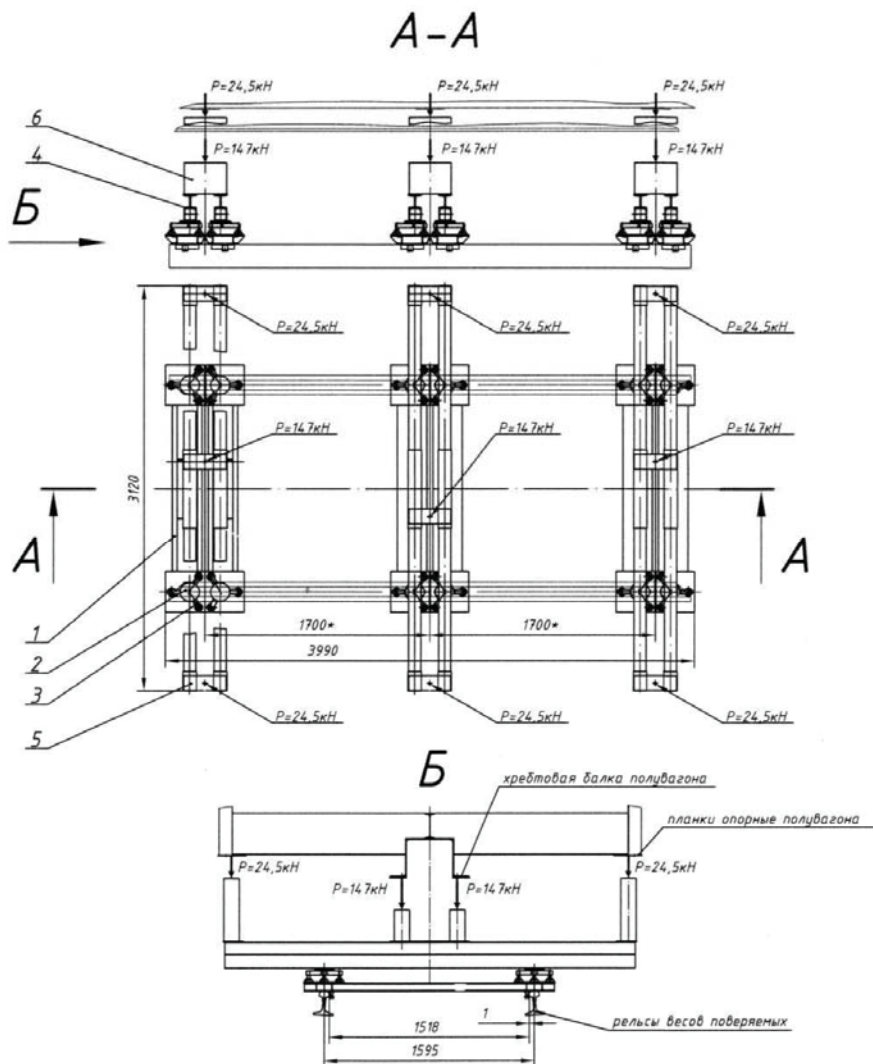


Рисунок 3.3 – ЗНКП-60 зі схемою відтворення навантажувальних зусиль на одну із секції вантажоприймальної платформи: 1-вантажоприймальний пристрій; 2-ваговимірювальний пристрій ВП-5; 3-тензометричний датчик; елементи вагопередавального пристрою: 4-складна балка; 5-бічна перемичка; 6-центральна перемичка.

3.3.1 Особливості складових частин пристрою №1

Секції ЗНКП-60 встановлюються у нижній частині вантажного вагону поперек рейкового полотна з упором на верхню частину головки рейок. Для запобігання від'єднання опорної нижньої частини вагопередавального пристрою від ваговимірювального пристрою ВП-5 до металоконструкції вантажоприймального пристрою приварені два кутника з отворами, в які вставлені дві шпильки. Шпильки закручені в приварені до плит рами гайки. Зверху на шпильки накручені дві гайки, з яких нижня гайка, вручну притискається до площині кутника балки і фіксується (контрється) зверху гайкою. Додатково на протилежних бокових сторонах нижньої частини балки 4 приварені ряд планок із затискачами для закріплення верхньої частини балки 4. Верхня частина балки встановлюється на нижню частину і закріплюється до неї затискачами. Таким чином забезпечується надійне скріплення вагопередавального пристрою з ваговимірювальним і вантажоприймальним пристроями.

На поверхні верхньої частини балки є три спеціальних планки (дві по краях і одна посередині балки) для установки на них перемичок 5 і 6. Дві перемички 5, з'єднують поперек дві балки 4 по краях (під боковими стійками кузова вагону) в одній секції. Одна перемичка 6, яка з'єднує поперек дві балки 4 в центральній частині однієї секції під хребтовою балкою вагону.

Електрообладнання пристрою ЗНКП-60 містить: перетворювачі сигналу, які вбудовані в ваговимірювальний пристрій ВП-5, з'єднувальні кабелі та прилад ТО-112, що забезпечує візуалізацію результатів вимірювань на табло чи на екрані монітора персонального комп'ютеру (ПК), фіксацію, запис в електронному сховищі ПК, автоматизований розрахунок відносної похибки вимірювань і з наступним друкуванням протоколу вимірів у паперовому вигляді.

3.3.2 Розрахунки на міцність основних конструкційних елементів пристрою

Розрахунки проводились на ПК з використанням автоматизованої програми [10].

Пристрій ЗНКП-60 може відтворювати максимальне навантажувальне зусилля в 60 тс (588 кН), яке розподіляється рівномірно між трьома секціями по 20 тс (196 кН). Відповідно, кожен окремий із шести модулів може сприймати максимальне зусилля в 10 тс (98кН), причому на центральну частину припадає 73,5 кН, а на бічні частини по 12,25 кН (рис. 3.4).

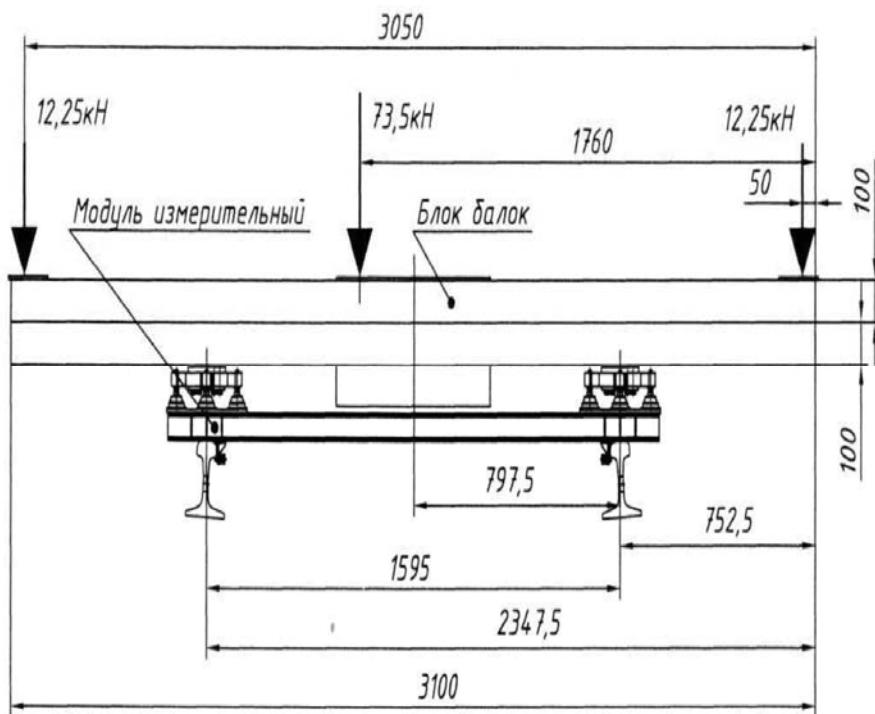


Рисунок 3.4 – Схема розподілу сумарного максимального навантажувального зусилля 98 кН, відтвореного трьома гідравлічними домкратами, між елементами вагопередавального пристрою в межах одного модуля

3.3.3 Розрахунок балки 1 (вантажоприймальний пристрій)

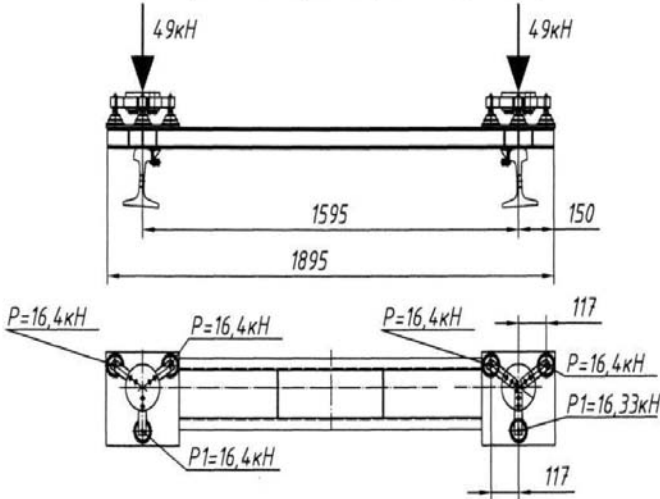


Рисунок 3.5 – Схема розподілу сумарного максимального навантажувального зусилля 98 кН між двома ваговимірювальними пристроями ВП-5 в межах одного модуля

При розрахунку на вигин рами модуля сили P_1 не враховуємо, оскільки вони діють безпосередньо на опори рами. Отже, в якості розрахункової схеми навантаження приймаємо наступний варіант (рис. 3.6).

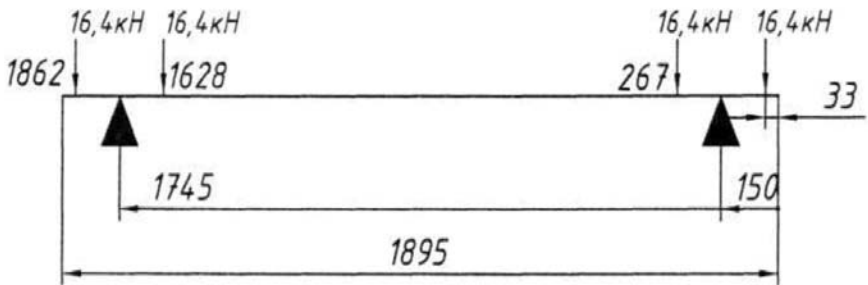


Рисунок 3.6 – Розрахункова схема навантаження рами модуля (балки 1)

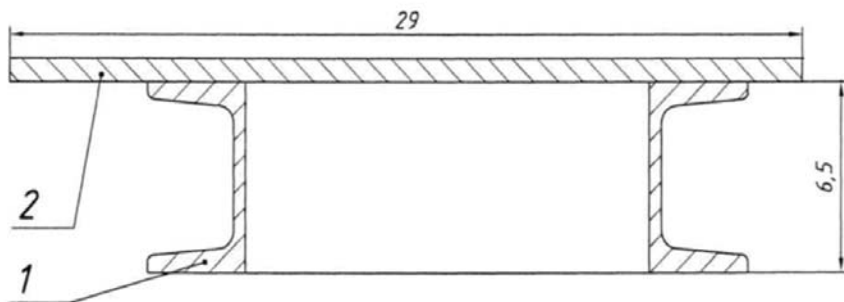


Рисунок 3.7 – Розрахунковий поперечний перетин рами модуля (балки 1)
(для зручності подальшого обчислення геометричні розміри вказані в сантиметрах):

1 - швелер; 2 – листовий метал

Для прийнятого розрахункового поперечного перетину рами модуля (рис.3.7) визначимо вихідні данні для розрахунку елемнту:

$$J_{x1} = 48,6 \text{ см}^4 \quad F_1 = 7,51 \text{ см}^2 \quad n = 2 \quad y_1 = 3,25 \text{ см} \quad a_1 = 2,21 \text{ см}$$

$$J_{x2} = 1,24 \text{ см}^4 \quad F_2 = 23,2 \text{ см}^2 \quad y_2 = 6,90 \text{ см} \quad a_2 = 1,44 \text{ см}$$

Нейтральна вісь перетину

$$y_c = \frac{2 \times 7,51 \times 3,25 + 23 \times 6,9}{2 \times 7,51 + 23} = \frac{207,515}{38,02} = 5,46 \text{ см}$$

Момент інерції перетину

$$J_x = 2(48,6 + 2,21^2 \times 7,51) + (1,24 + 1,44^2 \times 23) = 219,5 \text{ см}^4$$

Момент опору перетину

$$W_x = 219,5 / 5,46 = 40,2 \text{ см}^3$$

Приймаються наступні характеристики елемнту:

Маса 1 м.п. = 29,85 кг

Момент інерції, $J_x = 219,50 \text{ см}^4$

Момент опору, $W_x = 40,20 \text{ см}^3$

Статичний момент напівперетину, $S_x = 5,46 \text{ см}^3$

Марка сталі - C235

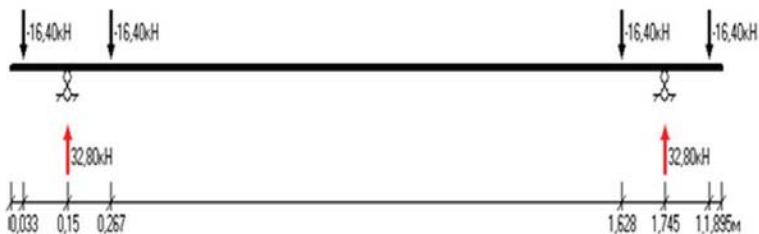


Рисунок 3.8 – Розрахункова схема балки 1

Отримані епюри прогинів, кутів повороту, згинальних моментів:

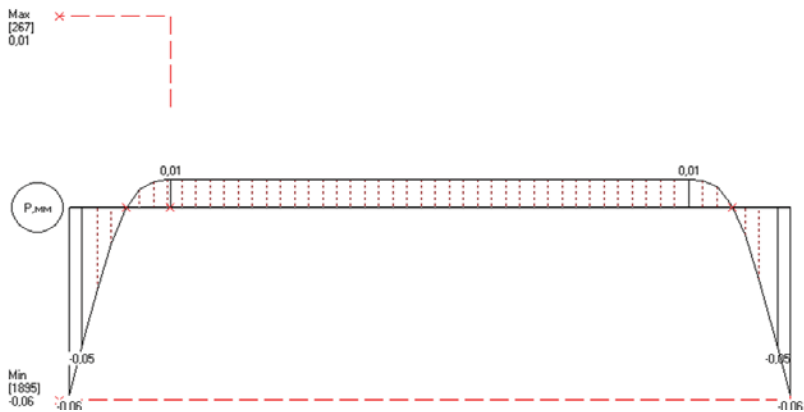


Рисунок 3.9 – Епюра прогинів мм

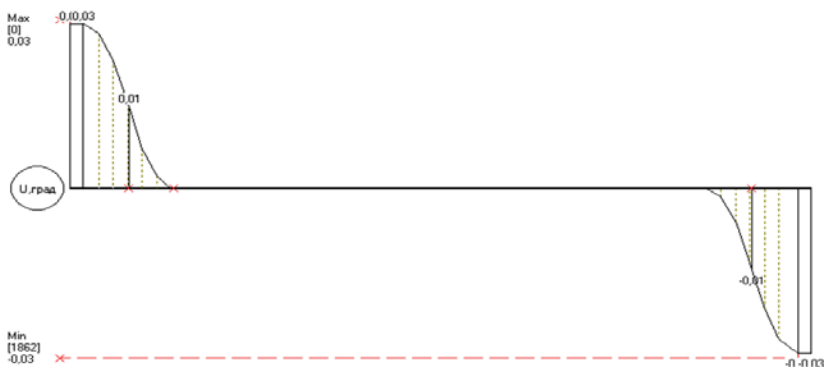


Рисунок 3.10 – Епюра кутів повороту град

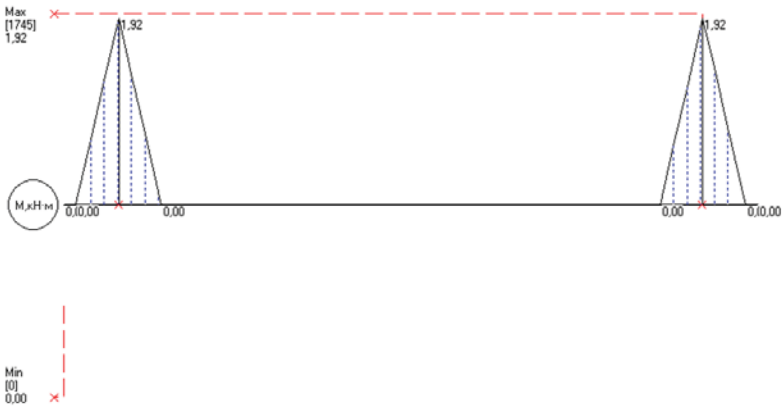


Рисунок 3.11 – Епюра згинальних моментів [кН·м]

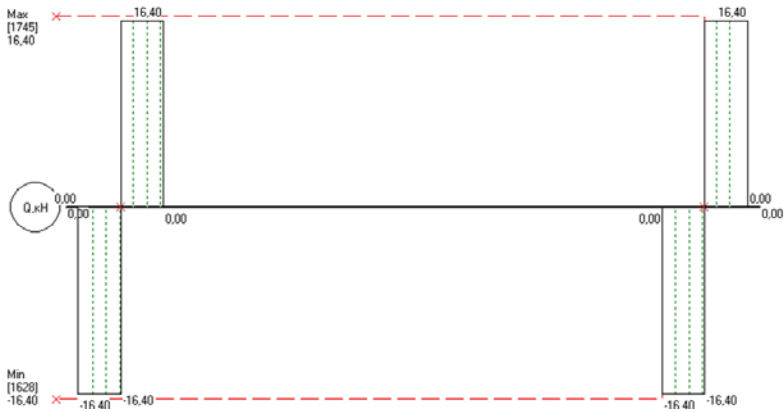


Рисунок 3.12 – Епюра поперечних сил кН

Отримані результати і висновки:

Розрахунковий опір сталі, $R_y = 230$ МПа

Розрахунковий прогин - 1: 250 прольоту

Модуль пружності, $E = 206000$ МПа

Напруження в балці, без урахування власної ваги:

- Нормальне (від M_{max}): 57,28 МПа

- Дотичне (від Q_{max}): 9,59 МПа

Висновки: Максимальний прогин 0,08 мм, що становить 1: 20514 від максимального прольоту 1595 мм. Перетин елемента проходить за умовами міцності і жорсткості. Необхідно додатково перевірити поперечний перетин на загальну і місцеву стійкість у відповідності до п.5.15 діючих норм проектування сталевих конструкцій [11].

3.3.4 Додатковий розрахунок балки 1 за методом кінцевих елементів

Серед сукупності елементів ЗНКП-60 вантажоприймальний пристрій (балка 1) є найбільш відповідальним конструктивним елементом, тому додатково перевіримо на міцність цей елемент із застосуванням методу кінцевих елементів (МКЕ). Цей метод дозволяє оцінювати як напружено-деформований стан всієї конструкції, так і окремих її елементів. Кінцево-елементний аналіз дозволяє в рамках єдиного підходу вирішувати не тільки завдання статички, динаміки, а ще оптимізації і контактної взаємодії конструкцій. Для розрахунків було застосовано програмний комплекс Ansys, математичною основою якого є МКЕ. Отримано такі результати.

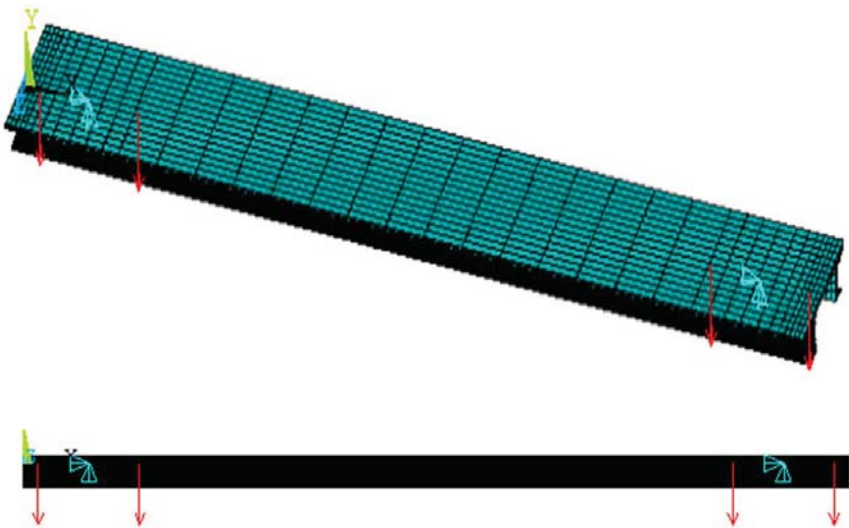


Рисунок 3.13 – Тривимірна модель досліджуваної конструкції

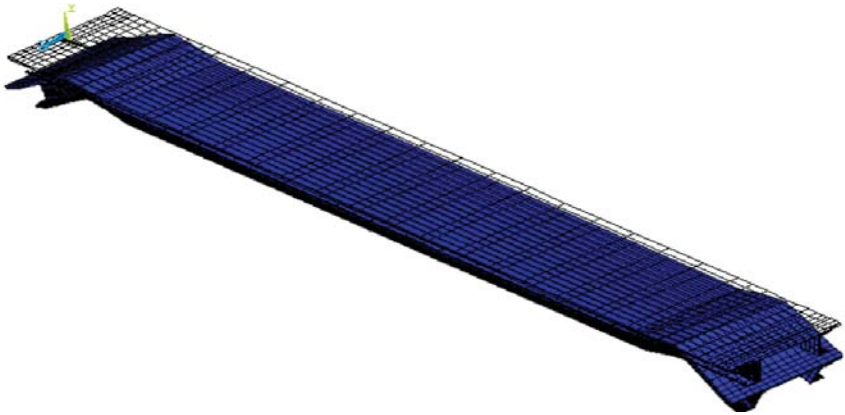


Рисунок 3.14 – Деформована форма

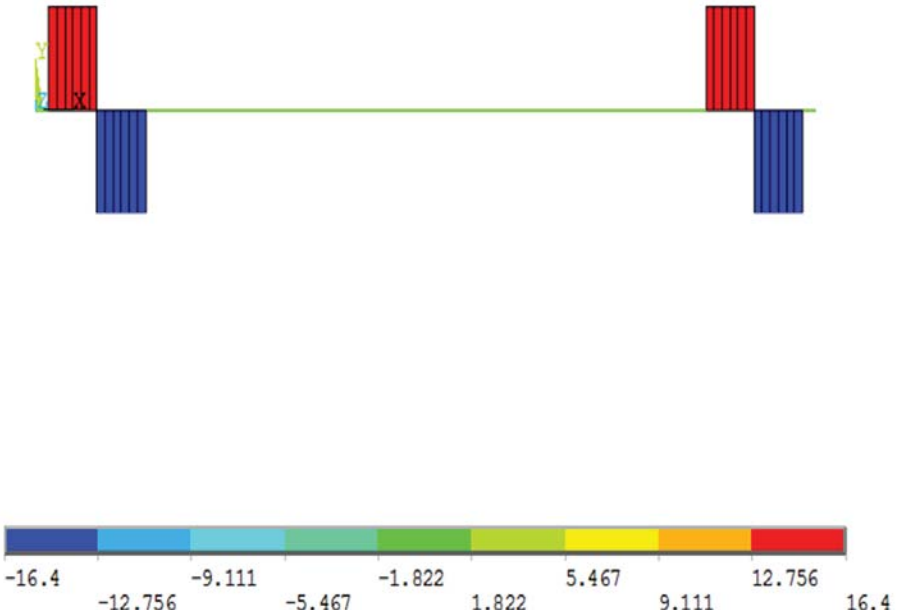


Рисунок 3.15 – Еюра поперечних сил, kH

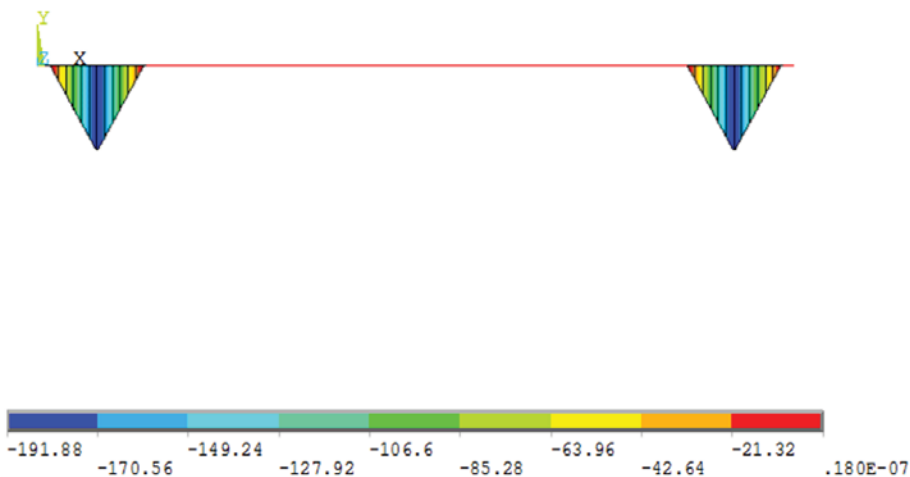


Рисунок 3.16 – Епюра згинальних моментів, $\kappa\text{H}\cdot\text{см}$

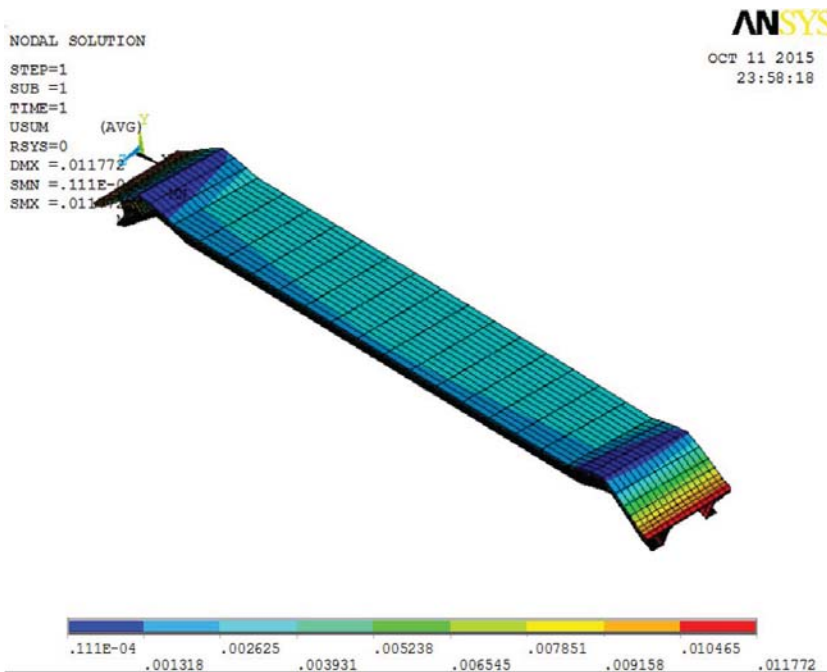


Рисунок 3.17 – Еквівалентні переміщення, см

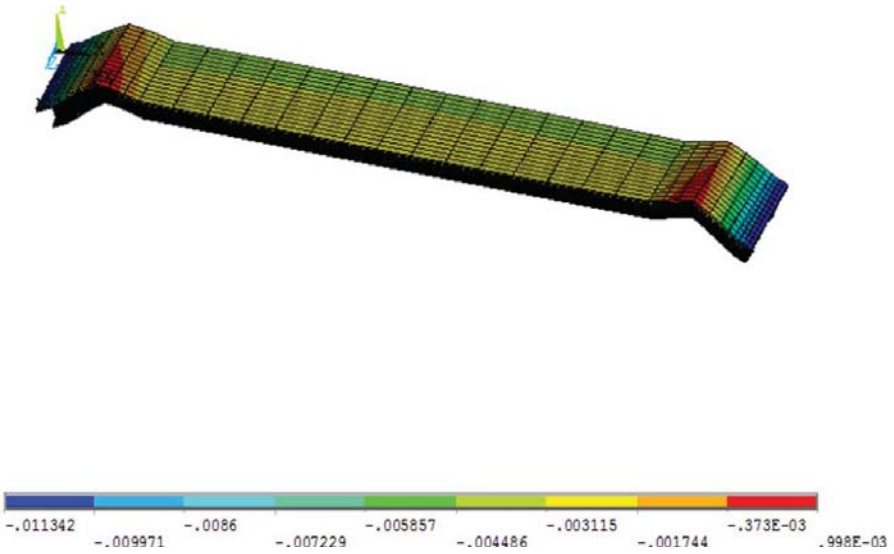


Рисунок 3.18 – Вертикальні переміщення, см

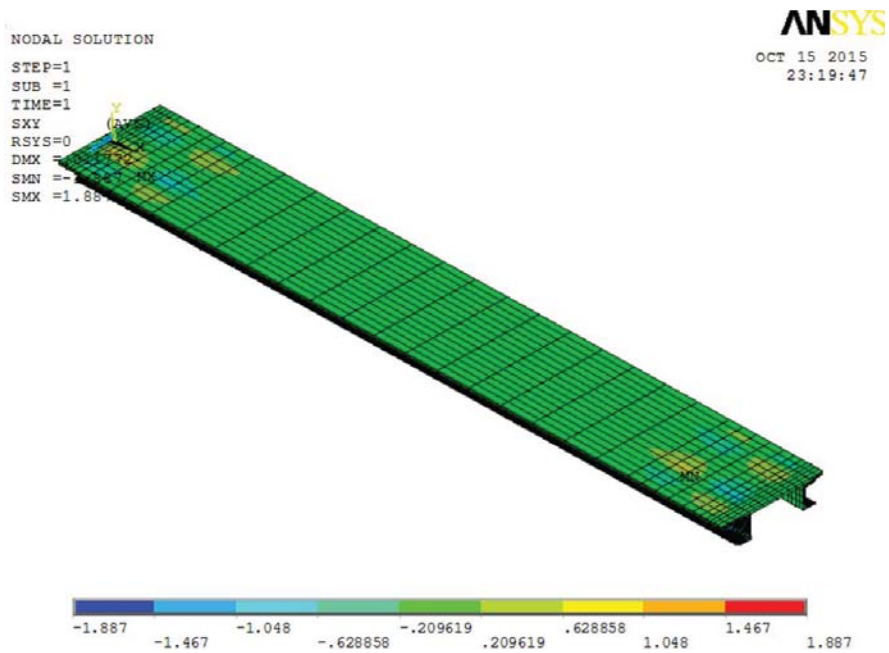


Рисунок 3.19 – Дотичні напруження у вертикальній площині XY, кН/см^2

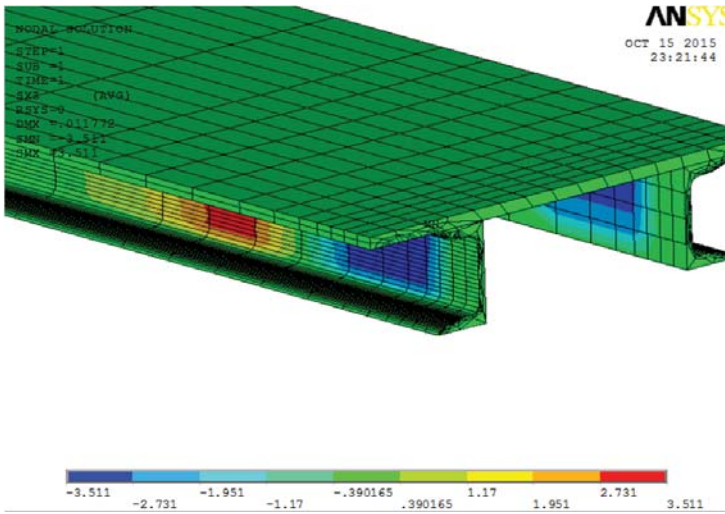


Рисунок 3.20 – Дотичні напруження в горизонтальній площині XZ, кН/см^2

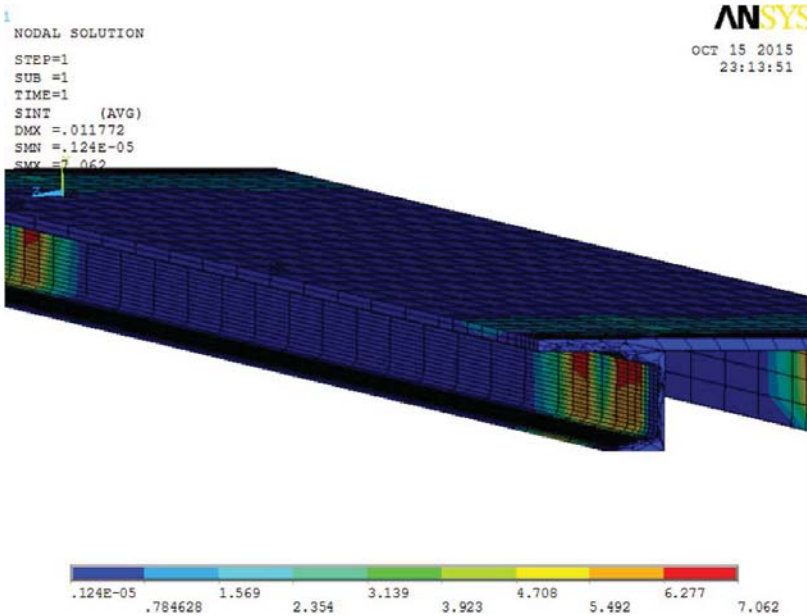


Рисунок 3.21 – Інтенсивність напружень в конструкції, кН/см^2

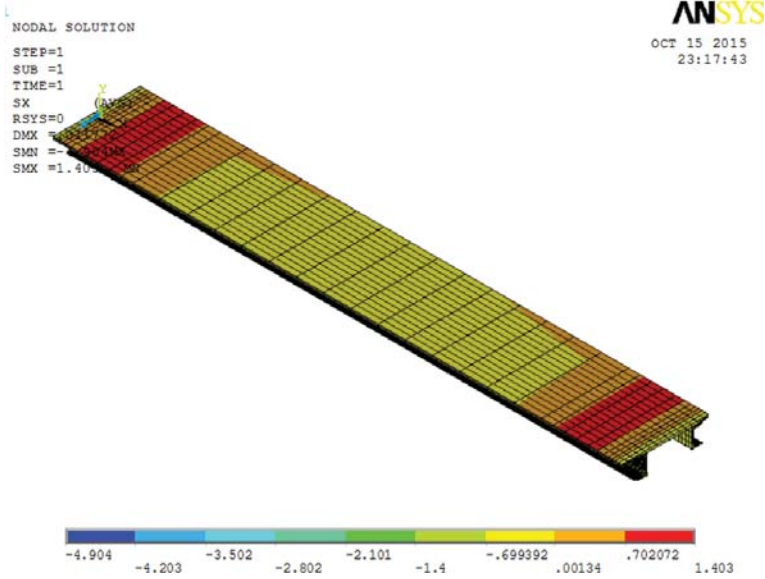
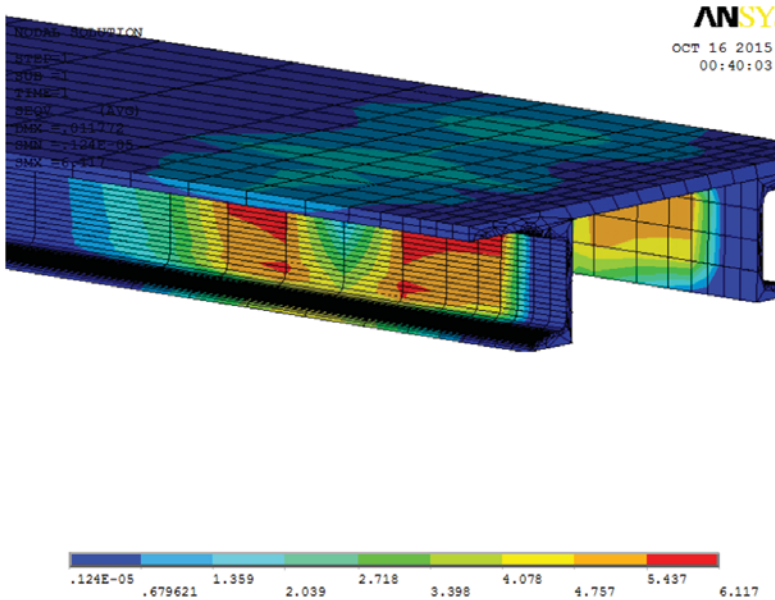
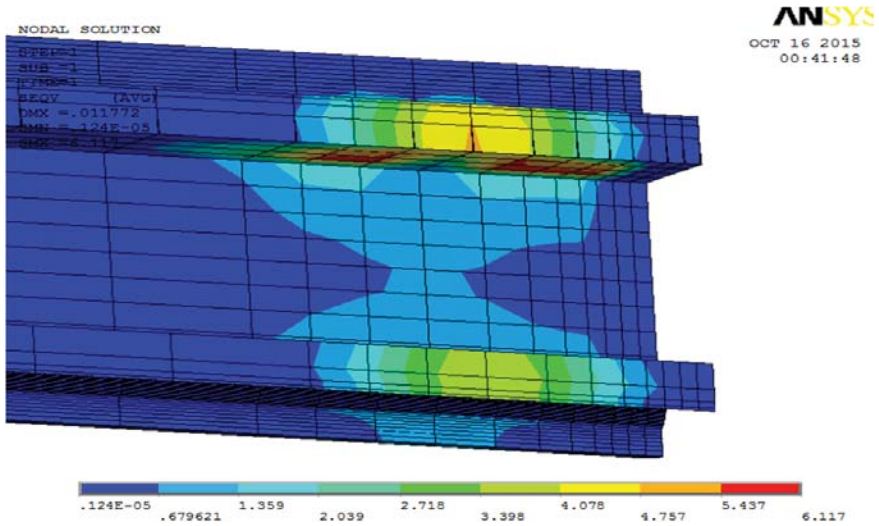


Рисунок 3.22 – Осьові нормальні напруження (поздовжня вісь), кН/см^2



a)



б)

Рисунок 3.23 – Розподіл у двох напрямках елементу еквівалентних напружень за гіпотезою Губера-Мізеса, $\kappa\text{H}/\text{cm}^2$
а) повздовжня вісь і б) поперечна вісь

Отримані результати:

Розрахунковий опір сталі, $R_y = 230 \text{ МПа}$

Розрахунковий прогин - 1: 250 прольоту

Модуль пружності, $E = 206000 \text{ МПа}$

Висновки: Максимальний прогин 0,011772 см, що значно менше допустимого значення 0,69 см. Перетин елемента проходить за умовами міцності і жорсткості. Умова міцності і жорсткості металевої конструкції вантажоприймальної платформи виконується. Розрахункові значення значно менше нормативних, які зазначені у діючих нормах проектування сталевих конструкцій [10] та [12]. Порівняння розрахункових значень переміщень і напружень з нормативними наведено нижче в таблиці 3.1.

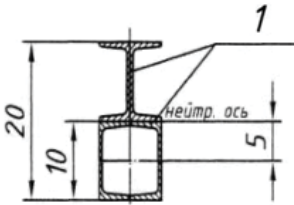
Таблиця 3.1 Порівняння розрахункових значень переміщень і напружень з нормативними

Параметри НДС	Розрахункові значення	Місце концентрації	Допустиме значення	Порівняння і висновок
Еквівалентні переміщення $USUM$ (см)	0,011772	Кінцеві перерізи балочної конструкції	0,69	$0,011772 < 0,69$ Експлуатація можлива
Вертикальне переміщення UY (см)	0,011342	Кінцеві перерізи балочної конструкції	0,69	$0,011342 < 0,69$ Експлуатація можлива
Інтенсивність напружень $\sigma_{интенс}$ (МПа)	70,62	Область розташування опор	230	$70,62 < 230$ Експлуатація можлива
Осьові нормальні напруження σ_x (МПа)	42,03	Область розташування опор	230	$42,03 < 230$ Експлуатація можлива
Еквівалентні напруження $\sigma_{эв}$ (МПа)	61,17	Область розташування опор	230	$61,17 < 230$ Експлуатація можлива
Дотичні напруження в горизонтальній площині τ_{xz} (МПа)	35,11	Область розташування опор	140	$35,11 < 140$ Експлуатація можлива
Дотичні напруження у вертикальній площині τ_{xy} (МПа)	18,87	Область розташування опор	140	$18,87 < 140$ Експлуатація можлива

3.3.5 Розрахунок блока балок 4 (вагопередавальний пристрій)

Вихідні данні для розрахунку елементу:

Для прийнятого розрахункового поперечного перетину блоку балок 4 без накладок (рис. 3.24) визначимо вихідні для розрахунку характеристики елементу (для зручності обчислення розміри вказані в сантиметрах):



$$J_x = 4(174 + 5^2 \times 10,9) = 1786 \text{ см}^4$$

$$W_x = 1786/10 = 178,6 \text{ см}^3$$

$$\text{Сумарна площа перетину } F_{\text{перет.}} = 43,6 \text{ см}^4$$

Рисунок 3.24 – Розрахунковий перетин блока балок 4 без накладки, де:
1 – швелери №10 ($J_x = 174 \text{ см}^4$; $F = 10,9 \text{ см}^2$)

Задамо напругою вигину, наприклад, $G = 770 \text{ кг/см}^2$ і визначимо згинальний момент, який викличе задану напругу вигину:

$$M_{\text{згин}} = G \times W_x = 770 \times 178,6 = 137522 \text{ кг}\cdot\text{см} = 13,48 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

тоді схема навантаження блока балок 4 буде виглядати так (рис. 3.25):

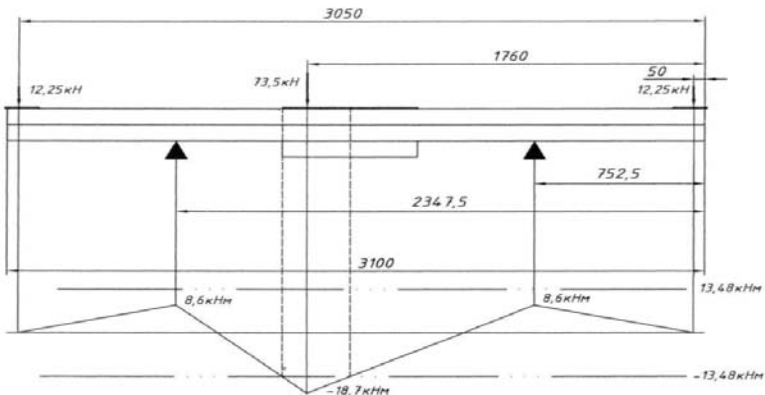


Рисунок 3.25 – Схема навантаження блока балок 4

Ця епора буде справедлива для наступного розрахункового перетину блока балок 4 с накладкою (рис. 3.26).

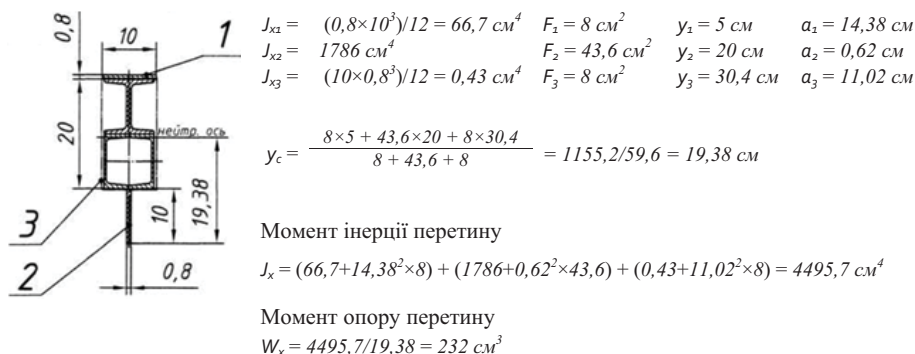


Рисунок 3.26 – Розрахунковий перетин блока балок 4 с накладкою, де:
 1 – стикування швелерів у двотавр; 2 – ребро жорсткості у вигляді листа; 3 – стикування швелерів у короб;

Підставивши в епору згинальних моментів момент блоку балок 4 без накладки $M_{виз} = 13,48 \text{ кН}\cdot\text{м}$, можна визначити параметри необхідної накладки.

Приймаються наступні характеристики елементу:

Маса 1 м.п. = 46,78 кг

Момент інерції, $J_x = 4495,70 \text{ см}^4$

Момент опору, $W_x = 232,00 \text{ см}^3$

Статичний момент напів-перетину, $S_x = 19,38 \text{ см}^3$

Марка сталі - С235

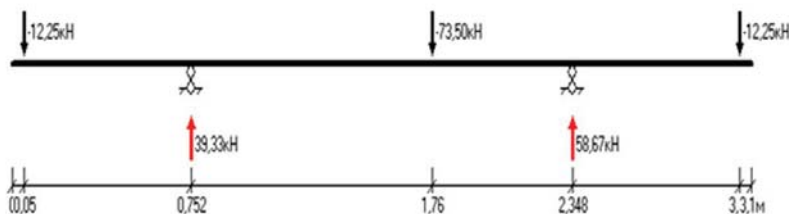


Рисунок 3.27 – Розрахункова схема балки 4

Отримані епори прогинів, кутів повороту, згинальних моментів:

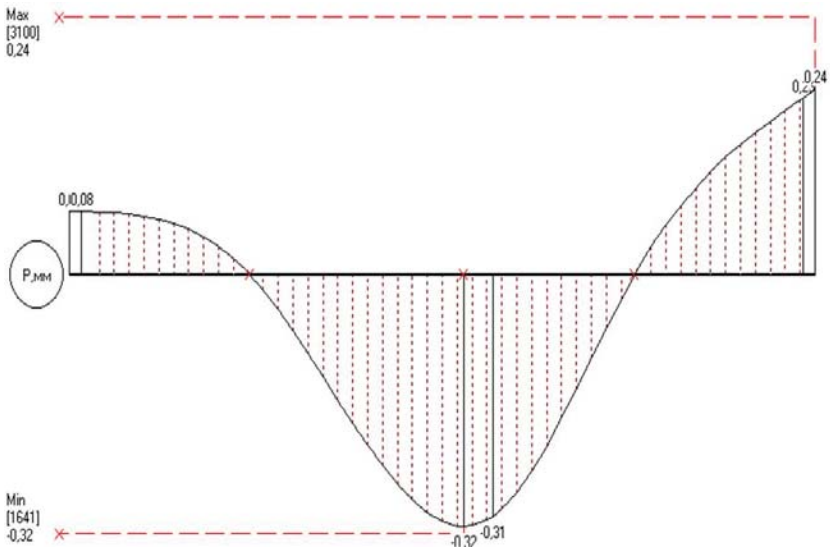


Рисунок 3.28 – Епюра прогинів, мм

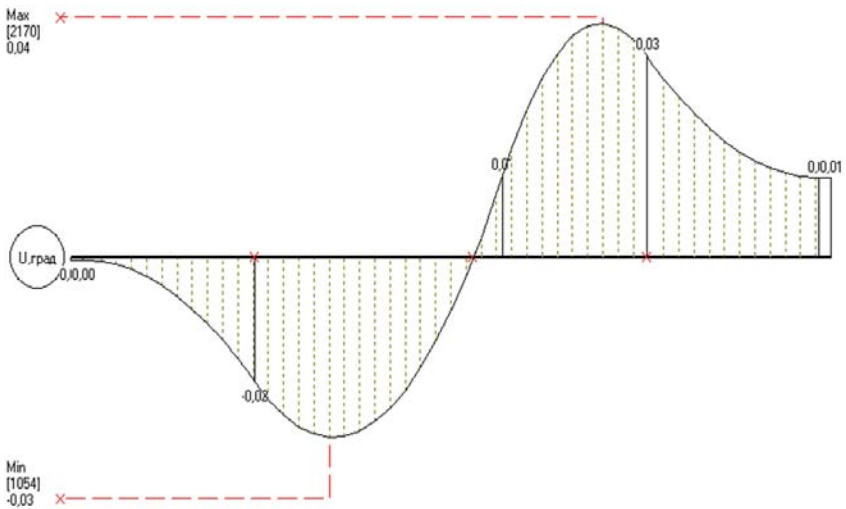
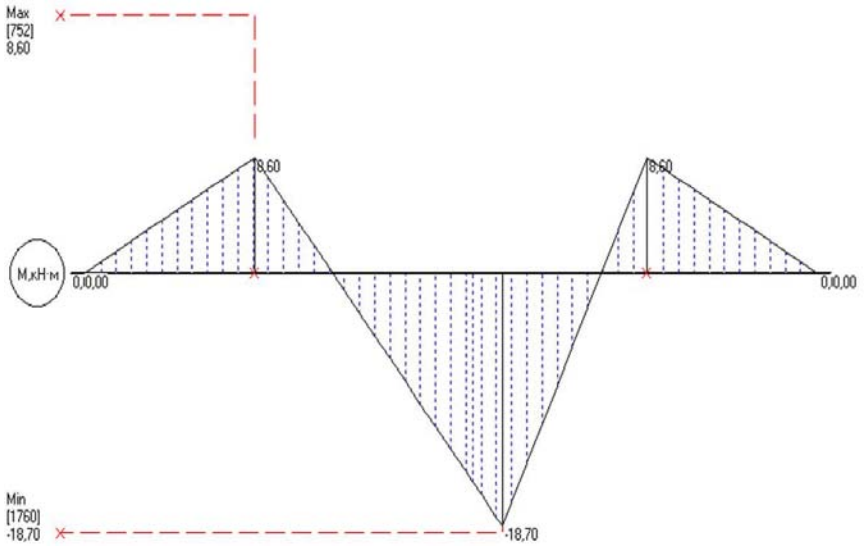
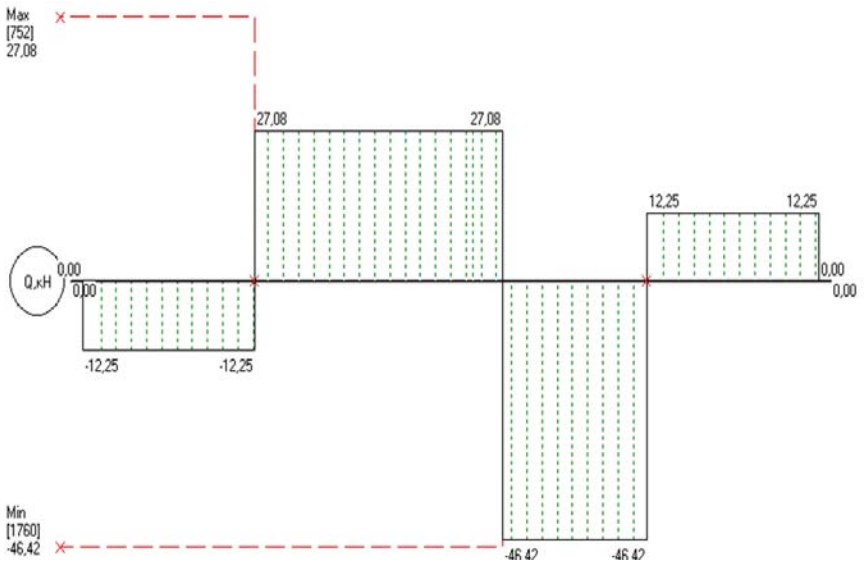


Рисунок 3.29 – Епюра кутів повороту, град

Рисунок 3.30 – Еюра згинальних моментів, $кН·м$ Рисунок 3.31 – Еюра поперечних сил, $кН$

Отримані результати:

Розрахунковий опір сталі, $R_y = 230 \text{ МПа}$

Розрахунковий прогин - 1: 250 прольоту

Модуль пружності, $E = 206000 \text{ МПа}$

Напруження в балці, без урахування власної ваги:

- Нормальне (від M_{max}): $96,70 \text{ МПа}$

- Дотичне (від Q_{max}): $4,60 \text{ МПа}$

Висновки: Максимальний прогин 0,38 мм, що становить 1: 4162 від максимального прольоту 1596 мм. Перетин елемента проходить за умовами міцності і жорсткості. Необхідно додатково перевірити поперечний перетин на загальну і місцеву стійкість у відповідності до п.5.15 діючих норм проектування сталевих конструкцій [10].

3.3.6 Послідовність монтажу складових частин пристрою №1

Поперек рейок вантажоприймальної платформи на головки рейок встановити перший модуль і притиснути його до голівок рейок затискачами. Встановити другий модуль першої секції і притиснути його затискачами до голівок рейок (відстань між плитами рам модулів повинно бути у межах $5 \div 10$ мм). На диски ваговимірювальних пристроїв ВП-5 встановити нижні частини балок 4 і закріпити їх до модулів шпильками і гайками. На нижні частини балок 4 встановити верхні частини балок і притиснути їх за допомогою затискачів.

Аналогічним чином виконати монтаж наступних двох секцій пристрою ЗНКП-60 на відстані між ними 1700 мм на рейках вантажоприймальної платформи.

На верхніх частинах балок 4 в кожній з трьох секцій уздовж рейок встановити по три перемички, дві перемички 5 по краях балок 4 і по одній перемички 6 в центральній частині балок 4.

На перемички (5 і 6) встановити гідравлічні домкрати: шість штук по 5,0 тс (49 кН) на крайніх перемичках 5 і три штуки по 15 тс (147 кН) на центральних

перемичках 6. За допомогою з'єднувальних шлангів і швидкороз'ємних елементів з'єднати між собою усі елементи гідравлічної системи.

Скорегувати положення гідравлічних домкратів на перемичках відповідно до місць упору штоків гідравлічних домкратів у потрібні місця конструктивних елементів вагону. Приєднати кабелі від ваговимірювальних пристроїв ВП-5 до приладу ТО-112.

3.3.7 Методика виконання вимірювань

Насосом №1, контролюючи навантаження по приладу ТО-112, подати тиск в шість домкратів, розташованих по краях трьох секцій. Сумарне навантаження по всіх шести домкратах не повинна перевищувати 15 тс (147 кН), а навантаження на один домкрат 2,5 тс (24,5 кН).

Насосом №2, контролюючи навантаження по приладу ТО-112, подати тиск на три домкрати, розташованих в центральній частині секцій. Сумарне навантаження на всі три домкрати не повинно перевищувати 45 тс (442 кН), а навантаження на один домкрат 15 тс (147 кН).

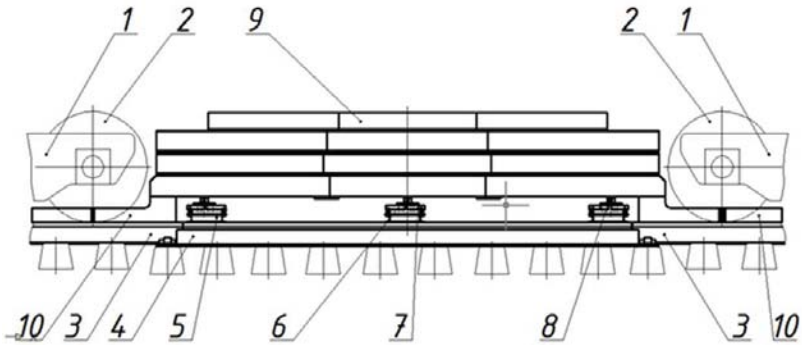
Подальші дії виконувати згідно із розробленою програмою методики калібрування (повідки) для варіанту №2.

При калібруванні (повідці) межа допустимої похибки (відхилення значення масі від номінального значення) не повинна перевищувати 1/3 від межі допустимої похибки ваг.

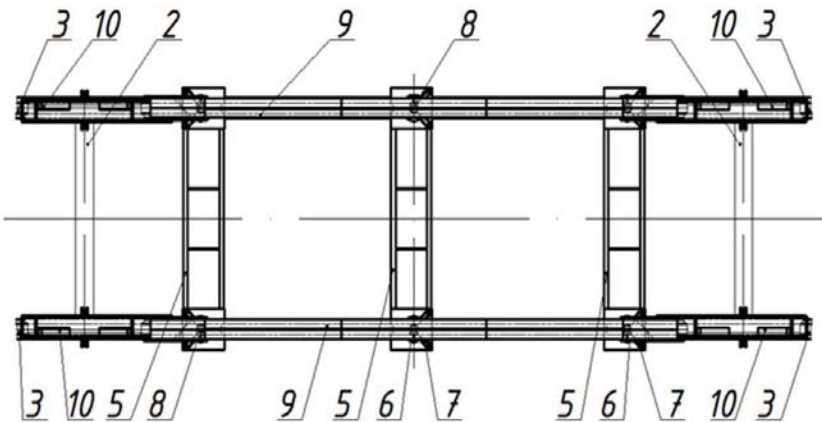
3.4 Варіант №2 конструкції ЗНКП-60

Пристрій №2 для безгірної повірки платформних ваг [13] містить баластний вантаж (рис. 38), який утворений двома залізничними вагонами 1 будь-якого типу і завантажених вантажем випадкового типу у встановленій нормі (рис. 3.1б).

Габаритні розміри (Д×Ш×В), мм	6584×1910×950
Загальна маса не більше, кг	1750
Максимальна маса одиничного конструктивного елемента не більше, кг	70



а)



б)

Рисунок 3.32 – Варіант №2 ЗНКП-60: а) вид збоку; б) вид зверху, де:

1-залізничні вагони; 2-колісна пара вагону; 3-залізничні рейки;

4-вантажоприймальна платформа; 5-вагопередавальні пристрої;

6-ваговимірювальні пристрої; 7-тензометричні датчики; 8-навантажувальні

пристрої (гідравлічні домкрати); 9-вантажоприймальні пристрої, наприклад, у вигляді комплекту балок зі з'єднувальними елементами; 10-затискачі для коліс.

3.4.1 Особливості складових частин пристрою №2

Колісні пари 2 вагонів розташовані на рейках 3 під'їзних шляхів за межами вантажоприймальної платформи 4, а на ділянці рейок, розташованих на вантажоприймальній платформі 4, встановлено три вагопередавальних пристрої 5, розташованих паралельно один одному і перпендикулярно рейкам вантажоприймальної платформи 4. На кожному вагопередавальному пристрою 5 встановлені по два ваговимірювальних пристроя 6, розташованих над рейками 3 вантажоприймальної платформи. Кожний із ваговимірювальних пристроїв 6 містить комплект з трьох еталонних тензOMETричних датчиків 7. Зверху на ваговимірювальні пристрої 6 встановлені навантажувальні пристрої 8, наприклад, гідравлічні домкрати, які пов'язані паралельно з джерелом тиску. Над навантажувальними пристроями 8 повздовж рейок 3 вантажоприймальної платформи 4 розташовані горизонтально вантажоприймальні пристрої 9, виконані у вигляді комплекту балок зі з'єднувальними елементами. Обидва закінчення кожного із вантажоприймального пристрою 9 містять затискачі 10 у вигляді вилок для жорсткої фіксації коліс прилеглих колісних пар 2 залізничних вагонів 1. Комплекти балок вантажоприймального пристрою 9 і затискачі 10 можуть бути виконані розбірними, що забезпечить їх використання без застосування вантажопідйомної техніки.

3.4.2 Розрахунки основних конструкційних елементів на міцність

Пристрій №2 ЗНКП-60 може відтворювати максимальне навантажувальне зусилля в 60 тс (588 кН), яке розподіляється рівномірно між трьома секціями по 20 тс (196 кН). Відповідно, кожен окремий із шести модулів може сприймати максимальне зусилля в 10 тс (98кН), причому вони розподілені рівномірно між трьома секціями у повздовж вантажоприймальної платформи, згідно рекомендованої схеми точкового відтворення зусилля на вантажоприймальну платформу (рис. 3.4).

3.4.3 Розрахунок вантажоприймального пристрою 9 у вигляді комплексу балок зі з'єднувальними елементами

Розрахунки проводились на ПК з використанням автоматизованої програми: «Расчет многопролетных статически неопределенных балок», Beam.Ink 2.04 © 2005.

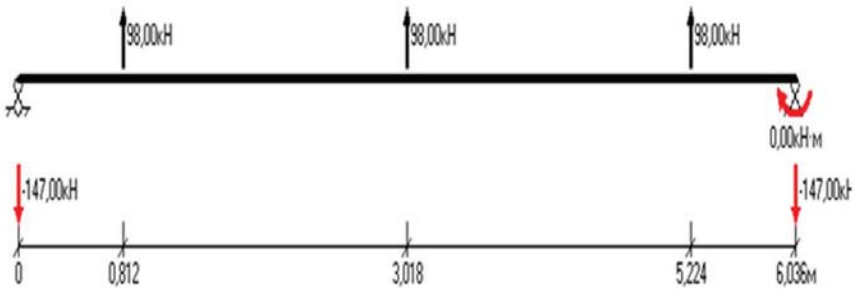


Рисунок 3.33 – Розрахункова схема балки 9

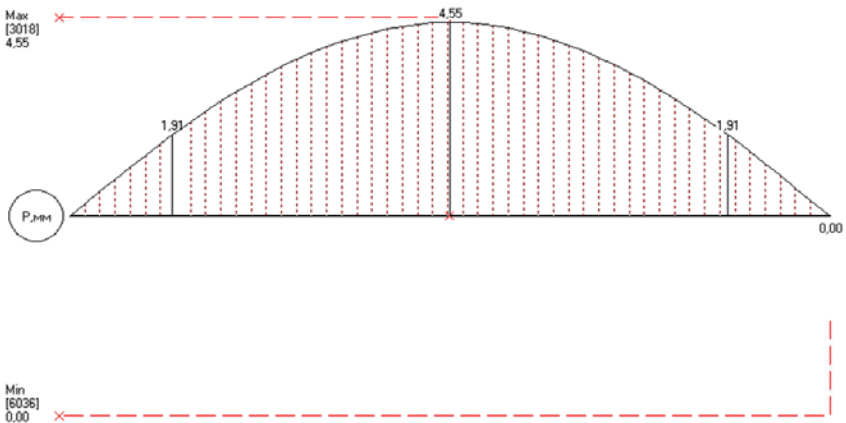


Рисунок 3.34 – Епюра прогинів, мм

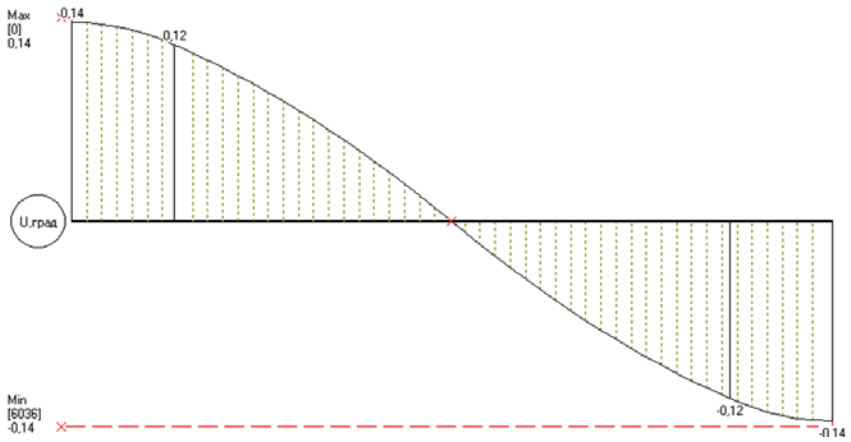


Рисунок 3.35 – Еюра кутів повороту, град

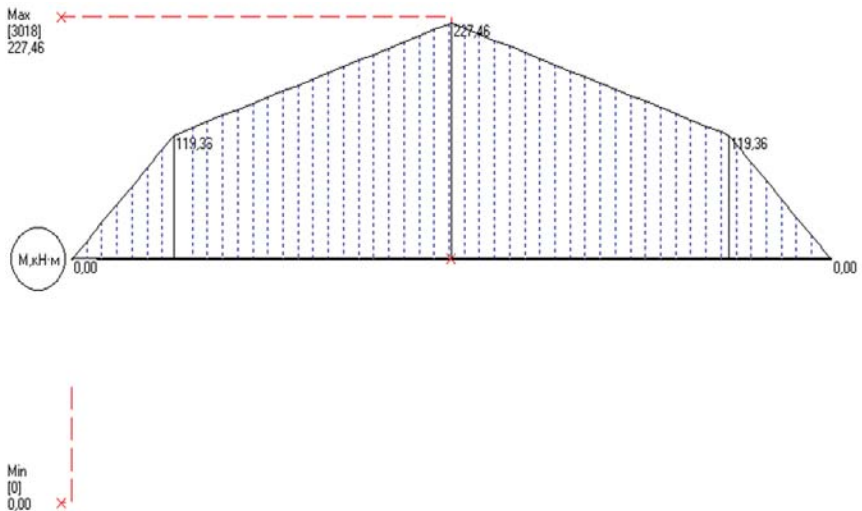


Рисунок 3.36 – Еюра згинальних моментів, кН·м

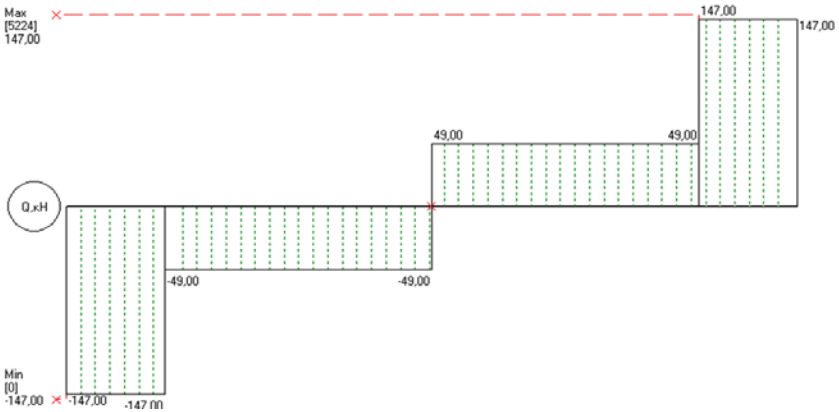


Рисунок 3.37 – Ешора поперечних сил, [кН]

Вхідні дані по елементу:

Маса 1 м.п. = 135,20 кг

Момент інерції, $J_x = 85590,00 \text{ см}^4$

Момент супротиву, $W_x = 2220,00 \text{ см}^3$

Статичний момент напівперетину, $S_x = 38,56 \text{ см}^3$

Марка сталі - С235

Отримані результати:

Розрахунковий супротив сталі, $R_y = 230 \text{ МПа}$

Розрахунковий прогин – 1:250 прогину

Модуль пружності, $E = 206000 \text{ МПа}$

Напруження в балці без урахування власної ваги:

- нормальне (от M_{max}): 122,95 МПа

- дотичне: (от Q_{max}): 1,37 МПа

Висновки: Максимальний прогин 5,46 мм, що складає 1:1105 від максимального прольоту 6036 мм. Перетин елемента проходить за умовами міцності і жорсткості. Потрібно додатково перевірити перетин на загальну і місцеву стійкість у відповідності до п.5.15 діючих норм проектування сталевих конструкцій [10].

3.4.4 Послідовність монтажу складових частин пристрою №2

Встановити на головки рейок вагової платформи три вагопередавальні пристрої (поз.11). Зробити крейдою на залізничних рейках під'їзних колій позначки на відстані 830 мм від кінця рейок вагової платформи. Встановити на під'їзних коліях два завантажених по нормі вагони з будь-який вантажем таким чином, щоб крайні колеса вагонів встали навпроти зроблених відміток. Заблокувати крайні колеса спеціальними башмаками і з'єднати їх між собою (поз.12, 14 і 13,15). Встановити на башмаках (поз.14, 15) кронштейни (поз.9). Вставити шпильки (поз.27), накласти планки (поз.25), шайби (поз.38) і піджати гайки, але не до упору (поз.35). Далі зібрати нижню складну балку із балок (поз.1 і 2) (див. перетин Г-Г Аркуш 2). Встановити шпильки (поз.27), шайби (поз.38) і притиснути гайки до упору (поз.35). Встановити нижню балку в кронштейни (поз.9), встановити шпильки (поз.28), планки (поз.24), шайби (поз.38), і притиснути гайки до упору (поз.35). Спираючись болтами в обода коліс (поз.35), виставити верхню площину нижньої балки в поперечному напрямку в горизонтальній площині. Остаточо затиснути гайки до упору на башмаках (поз.36) і на кронштейнах (поз.35). Таким чином забезпечується надійне зчеплення конструкції ЗНКП-60 із баластним вантажем за межами вантажоприймальної платформи.

Зібрати середню складну балку із балок (поз.3 і 4) на нижній балці. Зібрати верхню складну балку із балок (поз. 5 і 6) на середній балці (див. перетин Д-Д і Л-Л Аркуш2). Зібрати накладки (поз.7 і 8) на верхній балці (див. перетин Д-Д Аркуш 2). Встановити на вантажоприймальні пристрої домкрати під нижні балки, під'єднати шланги і насос до гідроустаткування. З'єднати силові кабелі пристрою ЗНКП-60 із приладом ТО 112, який з'єднано із ПК. Пристрій придатний до роботи.

Подальші дії виконувати згідно по аналогії з розробленою програмою методики калібрування (повірки) для варіанту №2. При калібруванні (повірці) межа допустимої похибки (відхилення значення маси від номінального значення) не повинна перевищувати 1/3 від межі допустимої похибки ваг.

3.5 Порівняння двох варіантів конструкції ЗНКП-60

Недоліки першого варіанту, яких немає в конструкції другого варіанту:

1. Наявність небезпечної зони при проведенні монтажних робіт, що обумовлено місцем розташування складових елементів конструкції пристрою в просторі між кузовом напіввагону і залізничними рейками вантажоприймальної платформи.

2. Наявність обмеження у застосуванні в якості баластного вантажу тільки одного типу залізничного вагона - напіввагону, що викликано особливостями конструкції самого пристрою, адаптованого під особливості складових елементів кузова напіввагону.

3. Існуючі конструктивні обмеження щодо збільшення максимального зусилля навантаження на вертикальні стійки та хребтову балку кузова напіввагону.

Незважаючи на вказані недоліки обидва варіанти конструкції пристрою ЗНКП-60 відповідають вимогам технічного регламенту України [14], який розроблений на основі положень Директиви 2009/23 / ЄС, щодо неавтоматичних пристроїв зважування, а також вимогам [1], щодо повірочних еталонних засобів вимірювання маси, в частині яка стосується допоміжних повірочних пристроїв. Незалежно від варіанту конструкції обидва пристрої ЗНКП-60 відповідають вимогам [15; 16] і мають спільні технічні характеристики:

Найбільша границя зважування Max, кг	60000
Найменша границя зважування Min, кг	400
Кліматичне виконання	по ГОСТ 15150
Навантажувальний модуль УХЛЗ, °С	-20..+ 40
Система управління УХЛ1, °С	-40..+50
Варіанти зовнішнього інтерфейсу зв'язку	RS232, RS485, CAN
Тривалість циклу зважування, с	20
Напруга, В, Гц	220, 50 ± 20 % ± 15 %
Споживана потужність, не більше, Вт	53
Діапазон робочих температур, °С	від -20 до +40

Відрізняються варіанти №1 і №2 тільки габаритними розмірами та загальною кількістю вмонтованих еталонних тензометричних датчиків [17]. У першому варіанті конструкції ЗНКП-60 36 датчиків, а у другому варіанті їх 18. В обох варіантах для вимірювання зусиль в режимі розтягнення/ стиснення використовується силовий міст з трьох балкових тензометричних датчиків марки ZEMIC H8C класу точності: C₃, C₄ або A₅M. В першому варіанті використовуються датчики з номінальним навантаженням 2000 кг, а в другому варіанті – 5000 кг. Через це перший і другий варіанти відрізняються границями допустимої похибки вимірювання маси [18]. Відповідно до застосованих однакових типів датчиків перший варіант ЗНКП-60 має на 20% кращі показники по точності вимірювання маси, у порівнянні з другим (таблицю 3.2).

Таблиця 3.2 Допустимі похибки вимірювання маси за допомогою ЗНКП-60

Клас точності датчиків H8C марки ZEMIC	Границя допустимої похибки вимірювання маси, кг	
	Варіант конструкції 1	Варіант конструкції 2
C ₃	± 25,2	± 31,5
C ₄	± 18,9	± 23,6
A ₅ M	± 15,1	± 18,9

Згідно вимог п. 3.5 і п. 3.7 [1] обидва варіанти ЗНКП-60 можуть використовуватися у якості допоміжного повірочного пристрою для перевірки платформних залізничних ваг з повірочним інтервалом 50 кг під час експлуатації з межею допустимої похибки менше ±100 кг. Але перший варіант ЗНКП-60 на відміну від другого, якщо він укомплектований датчиками з класом точності A₅M, можливо застосувати також під час первинної перевірки великовантажних платформних залізничних ваг. Натомість конструкція другого варіанту є більш універсальною у практичному застосуванні, тому варіант 2 був прийнятий в якості основного для подальшої розробки та виготовлення робочих креслень та іншої конструкторської документації, яка потрібна для виготовлення дослідного зразка ЗНКП-60.

3.6 Експериментальна перевірка похибки дослідного зразка вимірювального пристрою ВП-5 зі складу конструкції нового допоміжного повірочного пристрою ЗНКП-60

На підставі конструкторських креслень було виготовлено один дослідний зразок вимірювального пристрою ВП-5 (рис. 3.38), який являє собою комплект з трьох еталонних балкових датчиків Н8С марки ZEMIC класу точності С₃ із номінальним навантаженням 2000 кг (рис. 3.39), закріплених до вантажоприймальної платформи у формі круглого диска під кутом 120 градусів один до одного.



а)



б)

Рисунок 3.38 – Зовнішній вигляд вимірювального пристрою ВП-5:

а) вантажоприймальна платформа у формі круглого диска (вид зверху);

б) вид збоку комутаційного коробу для трьох тензодатчиків



Рисунок 3.39 – Балочний тензометричний датчик на зсув ZEMIC H8C

Технічні і метрологічні характеристики тензометричного датчика ZEMIC H8C:

Тип тензодатчика	Балочний тензодатчик на зсув
Матеріал корпусу	Сталь
Клас захисту тензодатчика від води и пилю	Високий (IP 67)
Номінальне навантаження на датчик	от 0,2 т до 2 т
Клас точності приладу	C3
Сертифікат	OIML R60 C3
Максимальна кількість повірочних інтервалів, n_{max}	3000
Мінімальний повірочний інтервал, v_{min}	$E_{max}/10000$
Загальна похибка, (%FS)	$\leq 0,020$
Повзучість, (%FS/30min)	$\leq 0,016$
Відхилення чутливості, (%FS/10°C)	$\leq 0,011$
Температурне відхилення нуля, (%FS/10°C)	$\leq 0,015$
Вихідна чутливість,	$2 \pm 0.002 \text{ mv/v}$
Опір на вхід	$350 \pm 3.5 \text{ Ом}$
Опір на вихід	$350 \pm 3.5 \text{ Ом}$
Опір ізоляції	$\geq 5000 \text{ МОм (100VDC)}$
Баланс пуля, (%FS)	1,0

Діапазон термокомпенсації	від -10 ° С до +40 ° С
Робочий діапазон температур	від -35 ° С до +65 ° С
Діапазон напруги живлення	5÷12 В
Максимальна допустима напруга живлення	18 В
Максимальне навантаження, (%FS)	150 від номінального навантаження
Руйнівне навантаження, (%FS)	300 від номінального навантаження

Юстування вимірювального приладу ВП-5 для вимірювання навантаження (5 тон) проводилося на зразковій силовимірювальній машині ОСМ 2-10-200 при температурі навколишнього середовища 26 °С. Результати випробувань наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 Результати випробування ВП-5

№ п/п	Навантаження від ОСМ 2-10-200, кг	Показники приладів, кг			
		Датчик 1	Датчик 2	Датчик 3	ВП-5
1	0	-0,09	-0,04	0,06	0,02
2	1000	333,36	333,38	333,45	1000,19
3	2000	666,64	666,69	667,05	2000,38
4	3000	999,94	1000,18	1000,46	3000,54
5	4000	1333,37	1333,49	1333,81	4000,72
6	5000	1666,41	1666,55	1667,98	5000,94

Аналіз результатів юстування ВП-5 показує, що похибки вимірювання при навантаженні в діапазоні 0÷5 тон знаходяться в допустимих межах і не перевищують 0,02%.

Експериментальне випробування одночасно двох ВП-5 навантаженням в діапазоні 0÷10 тон еталонними масами, наприклад, гирями IV класу, було б більш доцільнішим, але в умовах обмеженого фінансування виготовити потрібну експериментальну установку за цим проектом не вдалося.

4 МЕТОДИКА ВИМІРЮВАНЬ ПРИ ПОВІРЦІ

4.1 Аналіз існуючих методик безгирной повірки платформних ваг

У Державному реєстрі України не зареєстровано жодного пристрою для безгирної повірки ваг, тому ми звернулися до інших сусідніх з нами держав. У Державному реєстрі Російської Федерації зареєстровано лише один пристрій для безгирной повірки ваг, який серійно не випускається. Деякі нормативні документи [6], наприклад, методика МИ 2520-99 «Рекомендация. Государственная система обеспечения единства измерений. Весы электромеханические большегрузные. Методика поверки. Госстандарт России», пропонують, так званий, спосіб «безгирной» повірки. Розглянемо її текст в оригіналі.



ГОССТАНДАРТ РОССИИ
Уральский научно-исследовательский институт метрологии
(УНИИМ)

РЕКОМЕНДАЦИЯ
ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

ВЕСЫ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ БОЛЬШЕГРУЗНЫЕ
Методика поверки

МИ 2520-99

Екатеринбург

1999

МИ 2520

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

Разработана:

Уральским научно-исследовательским институтом метрологии (УНИИМ).
Исполнители: В.И. Чепков (руководитель темы), А.В. Ретивов, С.Г. Гуревич,
В.А. Фирсанов

ПОДГОТОВЛЕНА К УТВЕРЖДЕНИЮ

лабораторией метрологии массы, силы и линейно-угловых величин УНИИМ;

УТВЕРЖДЕНА УНИИМ 17.03.1999.

ЗАРЕГИСТРИРОВАНА ВНИИМС 19.03.1999

ВВЕДЕНА ВПЕРВЫЕ

УДК 681.26.089.6:006.354

Т88.2

РЕКОМЕНДАЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений
ВЕСЫ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ БОЛЬШЕГРУЗНЫЕ МИ -99
Методика поверки

Дата введения

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**01.04.1999**

Настоящая рекомендация распространяется на весы обычного и среднего класса точности электромеханические большегрузные, специально оборудованные устройствами силового нагружения и предназначенные для статического взвешивания по ГОСТ 29329, и взвешивания в движении по ГОСТ 30414 (в частности, такие весы как - вагонные, вагонеточные и автомобильные статического взвешивания и взвешивания в движении; бункерные; крановые, монорельсовые, специальные встроенные и платформенные, с наибольшим пределом взвешивания (НПВ) 1000-200000 кг), устанавливает методику их первичной и периодической поверки без использования эталонов массы IV-го разряда по ГОСТ 8.021 и основанную на методе силового нагружения. Рекомендация разработана в развитие ГОСТ 8.453.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей методике использованы ссылки на следующие нормативно-технические документы.

ГОСТ 8.021-84. Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений массы.

ГОСТ 8.065-85. Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений силы.

ГОСТ 8.453-82. ГСИ. Весы для статического взвешивания, Методы и средства поверки.

ГОСТ 12.2.003-91. ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.2.007.0-75, ССБТ. Изделия электрические. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.3.002-75. ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.3.009-76. ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.3.020-80. ССБТ. Процессы перемещения грузов на предприятиях. Требования безопасности.

ГОСТ 427-75. Линейки измерительные металлические. Технические требования.

ГОСТ 7328-82, Меры массы общего назначения и образцовые. Технические условия.

ГОСТ 7502-89. Рулетки измерительные металлические. Технические условия.

ГОСТ 9392-89. Уровни рамные и брусковые. Технические условия.

ГОСТ 9500-85. Динамометры образцовые переносные, Общие технические требования.

ГОСТ 29329-92. Весы для статического взвешивания. Общие технические требования.

ГОСТ 30414-96. Весы для взвешивания транспортных средств в движении. Общие технические требования.

ПР 50.2.006-94 Поверка средств измерений. Организация и порядок проведения.

ПР 50.2.007-94 Поверительные клейма.

3 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1 .

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта. рекомендации	Необходимость проведения операции при	
		первичной поверке	периодиче поверке
1	2	3	4
Внешний осмотр	7.1		
- внешний осмотр весов	7.1.1	да	Да
- технический осмотр площадки, опор, фундамента, и. подъездных путей автомобильных, вагонных (вагонеточных) весов	7.1.2	да	да
Опробование и проверка работоспособности.	7.2	да	да
Испытания на прочность фундаментов, опор и несущих конструкций весов	7.3	да	нет
Определение, метрологических характеристик	.. 7,4 .		
непостоянства показаний ненагруженных весов (погрешности установки на нуль)	7.4.1	да	да
- независимости показаний весов от положения груза на грузоприемном устройстве	7.4.2	да	да
- погрешности нагруженных весов (в статике)	7.4.3	да	да
- погрешности весов при взвешивании в движении	7.4.4	да	да
- порога чувствительности	7.4.5	да	да
- погрешности компенсации или выборки массы тары	7.4.6	да	да

4 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки применяют средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта инструкции по поверке	Наименование основного или вспомогательного средства поверки; номер документа регламентирующего технические требования к средству; разряд и (или) метрологические характеристики
7.1.2	Металлическая измерительная линейка по ГОСТ 427; рулетка по ГОСТ 7502; уровень с ценой деления 0,2 по ГОСТ 9392
7.2 7.4.1-7.4.6	Образцовые динамометры 1-го и 3-го разряда по ГОСТ 8.065 и ГОСТ 9500, обеспечивающие измерения ряда номинальных усилий 20, 50, 100, 200, 500, 1000 кН устройство силового нагружения в составе поверяемых весов, транспортное средство, балластный груз
7.4.5 7.4.3	Образцовые гири 4-го разряда по ГОСТ 7328 суммарной массой до 50 кг Часы с секундной индикацией.

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 При проведении поверки соблюдают требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.2.003, весы с входящими в их состав средствами измерений заземляют в соответствии с ГОСТ 12.2.007.0. При работе соблюдают правила и указания, изложенные в эксплуатационных документах на средства нагружения весов, содержащие устройства высокого давления или подъемно-транспортные средства, и требования ГОСТ 12.3.002, ГОСТ 12.3.009, ГОСТ 12.3.020.

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

6.1 Перед проведением первичной поверки весов определяется ускорение свободного падения g (м/с) в месте расположения весов:

- экспериментальным путем имеющимися приборами (например; ГАБЛ, ГП-05 или их аналогами);
- расчетным путем с помощью формулы 1, принятой Международным

геодезическим конгрессом в 1930 г (Б.С.Э., том 27, М. Изд. энциклопедий, 1977г.)

$$g = 9,78049 (1 + 0,0052884 \sin^2 \alpha - 0,0000059 \sin^2 2\alpha) - 3 \cdot 10^{-6} h - 1,1 \cdot 10^{-10} \quad (1)$$

где α - географическая широта в месте поверки, в градусах;

h - высота над уровнем моря в месте поверки, м.

Полученное значение g вносится в эксплуатационную документацию на установленные весы и указывается в свидетельстве о поверке.

6.2 Условия поверки должны соответствовать установленным в эксплуатационной документации на поверяемые весы и средства поверки при отсутствии атмосферных осадков и скорости ветра не более 5 м/с.

6.3 Средства поверки и весы выдерживают при заданной температуре не менее 2 ч. Образцовые средства измерений и поверяемые весы включают не менее чем за 15 мин. До начала поверки (если другое не предусмотрено в эксплуатационной документации).

6.4 Если условиями эксплуатации весов предусмотрена передача результатов взвешивания внешним электронным устройствам (ПЭВМ, кассовым аппаратам, принтерам и др.) или применение весов в составе погрузочных (дозировочных) устройств, то поверку следует проводить совместно с этими устройствами, а в свидетельстве указать, что весы допускаются к применению с соответствующими внешними устройствами.

6.5 Если условиями эксплуатации весов предусмотрено использование различных источников питания, то в свидетельстве о поверке следует указать, при каком способе питания проводилась поверка.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 При внешнем осмотре весов устанавливают:

- отсутствие видимых повреждений весовой платформы, электропроводки и весов в целом, ухудшающих внешний вид и препятствующих их применению;

- наличие заземления в соответствии с эксплуатационной документацией (ЭД);

- наличие пломб и надписей (тип, номер, год выпуска и т.д.) на составных частях весов;

- комплектность в соответствии с ЭД.

7.1.2 При техническом осмотре устанавливают соответствие характеристик площадки, опор, фундамента и подъездных путей автомобильных, вагонных и вагонеточных весов требованиям ЭД на весы конкретного типа, выявляют недопустимые деформации весоприемной платформы, опор, трещин и др. признаков разрушения фундаментов.

7.1.3 Результаты внешнего осмотра заносят в протокол.

7.2 Опробование и проверка работоспособности

7.2.1 При опробовании проверяют работоспособность и взаимодействие аппаратуры измерений, управления, информации, регистрации, а также сигнализацию о неисправностях, превышении скорости движения и перегрузках согласно требованиям нормативной документации и ЭД на весы конкретного типа.

7.2.2 У весов с несколькими платформами проверяют работоспособность весов с каждой платформой по отдельности и совместно.

Для этого нагружают поверяемые весы устройством нагружения или балластным грузом, транспортным средством до (0,5-0,7) НПО, и снимают нагрузку.

7.3 Испытания на прочность фундаментов, опор и несущих конструкций весов проводят в следующем порядке:

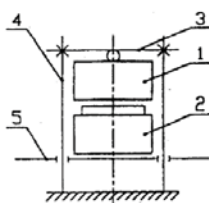
На поверяемых весах задают 10-кратное нагружение с помощью устройства силового нагружения или балластным грузом, транспортным средством с балластным грузом на уровне, близком к 1,2 НПВ, после чего анализируют изменение состояния фундаментов, опор, несущих конструкций и работоспособности самих весов.

В случае обнаружения трещин в фундаментах, заметную деформацию опор, несущих конструкций весов или нарушения их работоспособности, дальнейшую поверку прекращают и оформляют извещение о непригодности с

соответствующей записью в руководстве по эксплуатации.

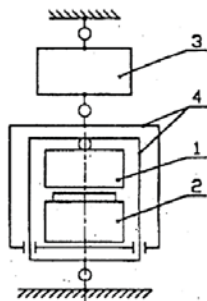
7.4 Определение метрологических характеристик

Метрологические характеристики определяют на собранных и установленных весах. Метрологические характеристики (МХ) весов определяют методом силового нагружения, схемы которого приведены на рисунках 1-4. Соотношение погрешностей образцового динамометра и весов должно быть $1/3 - 1/5$, отклонения оси силоведения от вертикали не должно превышать $0,5^\circ$.



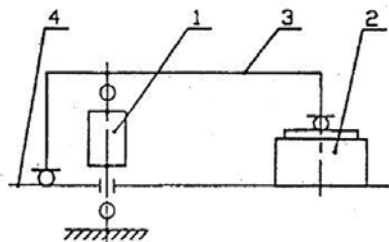
- 1 - динамометр,
- 2 - гидропресс,
- 3 - ядро,
- 4 - съемные штанги,
- 5 - платформа весов.

Рисунок 1 - Схема нагружения платформенных весов с динамометром сжатия.



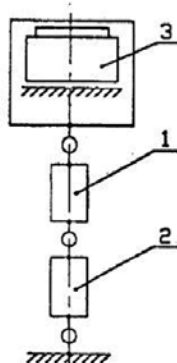
- 1 - динамометр,
- 2 - гидропресс,
- 3 - поверьяемые весы,
- 4 - реверсор.

Рисунок 2 - Схема нагружения крановых весов с динамометром сжатия.



- 1 - динамометр,
- 2 - гидропресс,
- 3 - коромысло,
- 4 - платформа весов.

Рисунок 3 - Схема нагружения платформенных весов с динамометром растяжения.



- 1 - динамометр,
- 2 - поверьяемые весы,
- 3 - гидропресс.

Рисунок 4 - Схема нагружения крановых весов с динамометром растяжения.

Действительное значение нагрузки (массы) M_d в килограммах, воспроизводимой при силовом нагружении, определяют из выражений:

$$M_d = K \cdot F_1 = \frac{g_1 F_1}{g}; M_d = \frac{F_2}{g},$$

где K - поправочный множитель, определяемый отношением ускорений свободного падения в месте поверки динамометра g_1 и в месте поверки весов g ;

F_1 и F_2 - значение нагрузки, измеренной образцовым динамометром соответственно в кгс и Н.

Допускается перед выполнением операций поверки корректировать градуировочную характеристику образцового динамометра в соответствии с формулами 1 и 2.

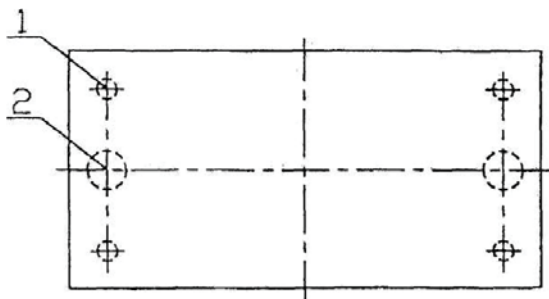
МХ крановых весов допускается определять на установках непосредственного нагружения образцовых силоизмерительных машинах 2-го разряда, при этом значения нагрузки, воспроизводимой машиной (F_i и F_a) приводят к значению M_d по формулам 1 и 2.

7.4.1 Определение непостоянства показаний ненагруженных весов (погрешности установки на нуль) осуществляют следующим образом:

- при свободном грузоприемном устройстве на весах устанавливают нуль, при этом индицируемая масса не должна превышать $+1e$ (e -цена поверочного деления или дискретность отсчета весов) в течение 10 мин - для вагонных и вагонеточных весов; 5 мин - для автомобильных весов; 1 мин - для других типов весов, если другое не оговорено в ЭД на конкретные типы весов.

После этого производится 3-х кратное нагружение весов устройством силового нагружения (балластным грузом или транспортным средством с балластным грузом) до $0,7$ НПВ и при каждом разгрузении регистрируют возврат нуля, его отличие от первоначально установленного не должно превышать $1e$. В противном случае весы бракуются.

7.4.2 Определение независимости показаний весов от положения груза на платформе осуществляют силовым нагружением по осям размещения датчиков в соответствии с рисунком 5.



1 - датчики весов, 2 - зона установки образцового динамометра.

Рисунок 5 - Схема взаимного расположения весовых датчиков и образцового динамометра на платформе весов.

В каждой позиции расположения образцового динамометра задают нагружение 0,5 НПВ. При этом разность между заданным значением и показаниями весов не должна превышать ± 1 е, в противном случае весы бракуют.

На весах, имеющих несколько грузоприемных модулей (платформ), поверку проводят на каждом из них.

Эту операцию допускается проводить с помощью балластных грузов общей массой (0,2-0,25) НПВ, располагая их над датчиками поочередно.

7.4.3 Определение погрешности нагруженных весов.

Погрешность нагруженных весов для статического взвешивания грузов и транспортных средств определяют в следующей последовательности:

- устанавливают образцовый динамометр в соответствии с рисунками 1- 4 в зависимости от типа весов;

- проводят трехкратное нагружение (разгружение) весов нагрузками, равными десяти значениям массы, равномерно распределенными во всем диапазоне взвешивания, включая НмПВ (наименьший предел взвешивания), 500е, 2000е и НПВ (для среднего класса точности) и НмПВ, 50е, 200е и НПВ (для обычного класса точности);

- на каждой ступени нагружения (разгружения) одновременно регистрируют

показання образцового динамометра (F_i) и весов (M_i);

- для каждого значения F_i ; вычисляют действительное значение нагрузки (M_d) по формуле 2;

- разность между M_d и M_i ; на соответствующей ступени не должна превышать значения предела допускаемой погрешности, установленного в ГОСТ 29329 (таблица 3), в противном случае весы бракуют;

- для крановых весов допускается определять погрешность только при нагружении.

Для весов, содержащих в своем составе автономные измерительные каналы от каждого датчика и ПЭВМ, допускается определять погрешность весов последовательным нагружением по осям расположения датчиков, сначала в одном, а потом в другом конце платформы (рисунок 5), формируя при этом 10 уровней нагружения, равномерно распределенных в диапазоне от 0,5 НмПВ до 0,5 НПВ.

7.4.4 Определение погрешности весов при взвешивании в движении. Погрешность определяют в следующей последовательности:

а) Определяют погрешность нагруженных весов при их статическом нагружении по 7.4.3 настоящей рекомендации, которая не должна превышать половины предела допускаемой погрешности по ГОСТ 30414 для соответствующего класса точности или предела допускаемой погрешности, установленного в ЭД на весы конкретного типа при их статическом нагружении;

б) Устанавливают на поверяемые платформенные весы транспортное средство с балластным грузом (расцепленным вагоном, вагонеткой, автомобилем, прицепом или полуприцепом), массой примерно от 0,2 до 0,35 НПВ и взвешивают его.

Действительное значение массы транспортного средства (M_b) определяют с учетом поправки к показаниям весов.

Поправку к результату взвешивания определяют как взятую с обратным

знаком погрешность, полученную при выполнении операции по 7.4.4, перечисление а, для значения нагрузки, ближайшей к этому результату.

в) прокатывают транспортное средство через весы со скоростью движения, близкой к допустимой, по пять раз с каждой стороны (или десять раз для весов с односторонним направлением движения), каждый раз, регистрируя показания весов Мд;

Разность между значениями каждого Мд и Мб не должна превышать предела допускаемой погрешности по ГОСТ 30414 (таблица 1), в противном случае весы бракуют или присваивают более низкий класс точности.

г) Взвешивают на поверяемых весах транспортное средство с балластным грузом массой от 0,7 до 1,0 НПВ по 7.4.4, перечисление б, и далее выполняют операции по 7.4.4, перечисления б и в.

д) Для весов поосного взвешивания после выполнения операции по 7.4.4, перечисление а, каждую ось транспортного средства позиционируют на грузоприемном устройстве весов. Определяют вес каждой оси и его общий вес согласно 7.4.4, перечисление б. При этом используют минимум два транспортных средства с нагрузками на ось от 0,2 до 0,35 НПВ и от 0,7 до 1,0 НПВ и далее выполняют операции по 7.4.4, перечисления в и г.

е) Погрешность весов, предназначенных для взвешивания в движении состава или автопоезда в целом (без расцепки), определяют, выполняя операции по 7.4.4, перечисления а-г, при проезде через весы состава из вагонов, количество которых в составе должно быть не менее трех, или автомобиля и прицепов в автопоезде. Погрешность определяют при двух массах вагонов (прицепов): от 0,2 до 0,35 НПВ и от 0,8 до 1 НПВ.

7.4.5 Определение порога чувствительности

Порог чувствительности весов определяют не менее чем при трех значениях нагрузки, включая НмПВ и НПВ, путем помещения на грузоприемное устройство или снятия с него гирь, равных по массе от 1е до 1,4е, при этом показания весов должны измениться на ближайшее большее (меньшее) значение, в противном случае весы бракуют. Допускается определять чувствительность с помощью

динамометра, создавая им дополнительную нагрузку в пределах, указанных выше.

Допускается определение порога чувствительности совмещать с определением погрешности нагруженных весов. При этом для весов для взвешивания транспортных средств в движении чувствительность определяется не менее, чем в двух точках диапазона.

7.4.6 Определение погрешности компенсации массы тары

Процедура определения погрешности компенсации или выборки массы тары заключается в следующем:

- на свободных весах устанавливают "0";

- нагружают весы до 0,5 НПВ устройством силового нагружения (балластным грузом, транспортным средством), фиксируют показания весов Мд1 и подают команду "компенсация тары" или установка "0". При этом показание весов должно соответствовать "0";

- снимают нагрузку и фиксируют показания весов Мдг.

При этом разность между Мд1 и Мдг не должна превышать 1е.

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 Положительные результаты поверки оформляют свидетельством о поверке в соответствии с ПР 50.2.006, нанесением оттиска поверительного клейма в соответствии с ПР 50.2.007 на пломбу весов и записью в руководстве по эксплуатации, заверенной подписью поверителя. Место расположения пломбы указывается в технической документации по эксплуатации весов,

8.2 При отрицательных результатах поверки весы к эксплуатации не допускают, оттиски поверительного клейма гасят, свидетельство о поверке аннулируют и выдают извещение о непригодности в соответствии с ПР 50.2.006. Соответствующую запись делают в руководстве по эксплуатации.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Рекомендуемое

ФОРМА ПРОТОКОЛА

Поверки весов для статического взвешивания

- 1 Тип весов _____
- 2 Завод изготовителя _____
- 3 Год изготовления _____
- 4 Заводской номер _____
- 5 Принадлежность _____

Поверка проводилась _____ 19 ____ г.

краткая характеристика образцовых и вспомогательных средств, применяемых при поверке, номер и тип

_____ при температуре _____

Результаты внешнего осмотра, опробования и проверки работоспособности

РЕЗУЛЬТАТЫ ПОВЕРКИ

Непостоянство показаний ненагруженных весов _____ ;

Независимость показаний весов от положения груза на грузоприемном устройстве

Результаты определения погрешности нагруженных весов

Показания образцового динамометра, F; N (кгс), при		Показания весов, Mi, кг, при		Действительное значение нагрузки, Мдв кг		Погрешность. (Мдл-Н), кг при	
Нагру- жени	Разгру- жени	Нагру- жени	Разгру- жени	Нагру- жени	Разгру- жени	Нагру- жени	Разгру- жени
I цикл							
II цикл							
III цикл							

Погрешность составляем

Порог чувствительности[^] _____

--	--	--	--	--	--	--	--

максимальное значение _____

Весы _____

Заключение по результатам поверки:

отвечает, не отвечает требованиям ГОСТ 29329 для весов КЛАССА ТОЧНОСТИ среднего, обычного

Выдано свидетельство № _____

Поверку проводил _____ от _____

Подпись _____

Ф.И.О. _____

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к проекту МИ "Рекомендация, весы электромеханические большегрузные. Методика поверки." (Окончательная редакция).

1 Основание для разработки

Разработка проекта МИ осуществлена в соответствии с планом Государственной стандартизации 1998 г., тема 3.0.206-1.016.98.

Разработка МИ обусловлена необходимостью совершенствования методов поверки возрастающего парка весов, предназначенных для взвешивания больших масс, отличающихся разнообразием условий, способов измерений. Особая потребность в новых методах поверки возникает в случаях:

- размещение весов в труднодоступных местах, под стационарные емкости;
- ограниченных размеров грузоприемных устройств, не позволяющих разместить необходимое количество образцовых гирь, балластных грузов;
- использования бункерных, крановых, конвейерных, автомобильных и железнодорожных весов поосного взвешивания и др. специальных весов.

Кроме, того использование гирь и балластных грузов в соответствии с ГОСТ 8.453-82 при поверке большегрузных весов является просто трудоемкой задачей.

В связи с тем, что современные весы представляют собой грузогриемное устройство, устанавливаемое на силоизмерительные или весоизмерительные датчики, сопряженные со вторичной аппаратурой преобразования сигналов и представления результатов измерений массы, целесообразна разработка методики поверки основанная на методе нормированного силового нагружения.

Современное состояние образцовых силоизмерительных средств позволяет обеспечить необходимый запас точности при передаче единицы силы, а с учетом поправки на ускорение свободного падения для соответствующей географической широты, высоты над уровнем моря и обеспечения условий нормального силовведения на поверяемых весах, то и при передаче эквивалента единицы массы.

Исследования последних 4-х лет, проведенные институтом при разработке силоизмерительных устройств, калибраторов и настоящей методики подтвердили состоятельность метода силового нагружения в поверке большегрузных весов.

2 Характеристика объекта стандартизации

Методика поверки большегрузных весов, основанная на методе силового нагружения, где в качестве образцовых средств используются динамометры 1-го разряда.

3 Соответствие проекта МИ законодательным аспектам и международным стандартам.

При разработке проекта МИ учитывалось положение Закона РФ "Об обеспечении единства измерений", устанавливающим ответственность государственных научных метрологических центров за создание, совершенствование, хранение и применение государственных эталонов единиц величин, а также за разработку нормативных документов по обеспечению единства измерений (ст. 10 п. 2).

Использованные в МИ понятия соответствуют ГОСТ 8.453-82 "Весы для статического взвешивания. Методы и средства поверки", ГОСТ 29329-92 "Весы для статического взвешивания. Общие технические требования", ГОСТ 30414-96 "Весы для взвешивания транспортных средств в движении. Общие технические требования".

При подготовке окончательной редакции МИ учтены практически все замечания и предложения ВНИИМ, СНИИМ, ВНИИМС.

4 Сведения о патентной чистоте

МИ не содержат положений, являющихся предметом патентной защиты.

5 Сведения о взаимосвязи с другими НД

Разрабатываемый документ развивает положения ГОСТ 8.453-82 Весы для статического взвешивания. Методы и средства их поверки.

6 Сведения о согласовании

Согласование МИ не предусматривается.

7 Источники информации

При разработке МИ использованы документы перечисленные в п. 2. Нормативные ссылки и в настоящей записке.

8 МИ утверждена решением НТС УНИИМ от 17.03.1999г.



Директор УНИИМ. *Леонов* . Леонов .
Рук. темы – В.И. Чепков
Исполнители: *Ретивов* А.В. Ретивов
Гуревич С. Г. Гуревич
Фирсанов В. А. Фирсанов

Рекомендація [6] пропонує безгірний спосіб повірки ваг. Ваги пропонують навантажувати не гирями або баластними масами а різними механізмами, наприклад, гідроциліндрами, вимірюючи додаються сили. В цьому випадку характер прикладання навантаження і схема передачі сил далеко не завжди адекватно моделює реальні умови роботи ваг [21], тому цей спосіб на сьогодні не знайшов широкого застосування. Для його застосування потрібно введення в конструкцію ваг додаткових пристосувань для встановлення пристроїв, що створюють еталонні навантаження. Крім того, подібних пристроїв, що дозволяють створити адекватно реальним умовам еталонні навантаження для повірки, наскільки нам відомо, на ринку немає. Тому запропоновані нами два варіанти конструкції нового допоміжного пристрою ЗНКП-60 знайдуть свого споживача і займуть достойне місце на ринку послуг із налаштування та повірки великовантажних платформних вагонних залізничних ваг, як в Україні так і за її межами [22].

4.2 Нова методика повірки залізничних платформних ваг із застосуванням нового допоміжного повірочного пристрою ЗНКП-60 з урахуванням різних варіантів його конструкції

На підставі запропонованих варіантів допоміжного повірочного пристрою ЗНКП-60 та проведеного нами аналізу недоліків російського способу безгірної повірки, на якому базуються рекомендація [6] ми розробили свій варіант [23], нижче наведено у повному обсязі текст нового метрологічного документу.

ПОГОДЖЕНО

Ректор ОДАТРЯ,
доктор технічних наук, професор_____ Л.В. Коломієць
«__» _____ 2016р.

ЗАТВЕРДЖЕНО

Генеральний директор
ДП «Укрметрестестандарт»_____ Д.А. Саботович
«__» _____ 2016р.Головний метролог
Регіональної філії «Одеська
залізниця»
ПАТ «Українська залізниця»
Начальник дорожнього центру
стандартизації та метрології,
доктор технічних наук, професор_____ О.І. Ваганов
«__» _____ 2016р.РЕКОМЕНДАЦІЯ
ДЕРЖАВНА СИСТЕМА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЄДНОСТІ ВИМІРЮВАНЬ**ВАГИ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ ВЕЛИКОВАНТАЖНІ ЗАЛІЗНИЧНІ**
Методика повірки та калібрування
МП-003-МД-2016Одеса,
2016

ПЕРЕДМОВА

1 РОЗРОБЛЕНО:

Одеською державною академією технічного регулювання та якості.

2 РОЗРОБНИКИ:

Завідуючий кафедри

«Метрології та метрологічного забезпечення»

ОДАТРЯ, доктор технічних наук, доцент

К.Ф. Боряк

Старший науковий співробітник

Науково-дослідного інституту

Проблем стандартизації, сертифікації та

експериментальної метрології

Л.В. Кузнецова

Аспірант кафедри «Метрології та

метрологічного забезпечення» ОДАТРЯ

О.О. Лопатін

3 УВЕДЕНО ВПЕРШЕ.

ЗМІСТ

№ п/п	Найменування розділу/підрозділу	Стор.
	Вступ	4
1	Нормативні посилання	5
2	Умовні позначення та скорочення	6
3	Операції з повірки	7
4	Засоби вимірювання для повірки	8
5	Вимоги безпеки	8
6	Умови проведення повірки та підготовка до неї	9
7	Проведення повірки	9
7.1	Зовнішній огляд і перевірка технічного стану ваг	9
7.2	Перевірка працездатності складових елементів ваг	10
7.3	Випробування на міцність фундаментів, опор і несучих елементів конструкції ваг	10
7.4	Визначення метрологічних характеристик	10
8	Оформлення результатів повірки.	14
	Додаток А	15

УДК 681.26.089.6:006.354

T88.2

Рекомендація

Державна система забезпечення єдності вимірювань

ВАГИ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ ВЕЛИКОВАНТАЖНІ

Методика повірки МП-002-МД-2013

Дата введення « ____ » _____ 2016р.

ВСТУП

Розробка МПА обумовлена необхідністю вдосконалення методів повірки зростаючого парку ваг, призначених для зважування великих мас, в умовах, що відрізняються різноманітністю і способами виміру. Потреба впровадження нових методів повірки ваг виникає у таких випадках, як наприклад:

- при розміщенні ваг у важкодоступних місцях, під стаціонарні ємкості;
- при обмежених габаритних розмірах вантажоприймальних пристроїв, на яких неможливо розмістити одночасно потрібну кількість еталонних гир, або баластних вантажів.

Крім того, використання еталонних гир і баластних вантажів відповідно до ГОСТ 8.453-82 при повірці великовантажних ваг є просто трудомістким завданням.

У зв'язку з тим, що сучасні ваги уявляють собою вантажоприймальний пристрій, який встановлюється на силосвимірювальні або ваговимірювальні датчики, які зв'язані з вторинною апаратурою перетворення сигналів і відображення результатів вимірів маси, тому доцільно розробити нову методику повірки, засновану на методі одночасного нормованого силового навантаження вантажоприймальної платформи ваг і силосвимірювальних датчиків еталонного ваговимірювального пристрою.

Сучасний стан силосвимірювальних засобів дозволяє забезпечити необхідний запас точності при калібруванні силосвимірювальних датчиків еталонного вимірювального пристрою методом прямого вантаження еталонними масами – гирями IV-го розряду.

Документ, що розробляється, розвиває положення “ГОСТ 8.453-82 Весы для статического взвешивания. Методы и средства их поверки”, “ДСТУ EN 45501:2007 Прилади неавтоматичні зважувальні. Загальні технічні вимоги та методи випробувань.”

Сфера застосування.

Ця рекомендація поширюється на ваги звичайного і середнього класу точності електромеханічні великовантажні, призначені для статичного зважування по ДСТУ EN 45501 і зважуваннях в русі, такі, що мають статичний режим (зокрема, такі ваги як - вагонні, вагонетки і автомобільні; спеціально вбудовані і платформні, з найбільшою межею зважування (НМЗ) 1000-200000 кг), встановлює методику їх первинної і періодичної повірки без використання еталонних гир IV-го розряду по ДСТУ 3381:2009 і засновану на методі еталонного силового навантаження.

1. НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

У цій методиці використані посилання на наступні нормативно-технічні документи:

ДСТУ 2708:2006 Метрологія. Повірка засобів вимірювальної техніки. Організація та порядок проведення.

ДСТУ 3381:2009 Метрологія. Державна повірочна схема для засобів вимірювання маси

ДСТУ 4179-2003 Рулетки вимірювальні металеві. Технічні умови (ГОСТ 7502-98, MOD)

ДСТУ ГОСТ 427:2009 Линейки измерительные металлические. Технические условия

ДСТУ ГОСТ 9392:2009 Уровни рамные и брусковые. Технические условия

ДСТУ OIML R 111-1:2008 Гирі класів точності E1, E2, F1, F2, M1, M1-2, M2, M2-3 і M3. Частина 1. Загальні технічні вимоги та методи випробування (OIML R 111-1:2004, IDT)

ДСТУ OIML R 60:2010 Датчики навантаження (ваговимірювальні). Метрологічні норми та методи випробування (OIML R 60:2000, IDT).

ДСТУ EN 45501:2007 Прилади неавтоматичні зважувальні. Загальні технічні вимоги та методи випробувань.

ГОСТ 8.453-82 ГСИ. Весы для статического взвешивания. Методы и средства поверки.

ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.2.007.0-75 ССБТ. Изделия электрические. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.3.009-76 ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.3.020-80 ССБТ. Процессы перемещения грузов на предприятиях. Требования безопасности.

МИ 2520-99 Рекомендация. Государственная система обеспечения единства измерений. Весы электромеханические большегрузные. Методика поверки. Госстандарт России.

2. УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ ТА СКОРОЧЕННЯ

- НМЗ** - найбільша межа зважування;
НмМЗ - найменша межа зважування;
ЕД - експлуатаційна документація.

3. ОПЕРАЦІЇ З ПОВІРКИ

При проведенні повірки виконують операції, які вказані в таблиці 1.

Таблиця 1

Найменування операції	Номер пункту рекомендації	Необхідність проведення операції при	
		первинній повірці	періодичній повірці
1	2	3	4
Зовнішній огляд:	7.1		
- зовнішній огляд ваг;	7.1.1	так	так
- технічний огляд майданчика, опор, фундаменту і під'їзних шляхів автомобільних, чи вагонних ваг.	7.1.2	так	так
Перевірка працездатності складових елементів ваг	7.2	так	так
Випробування на міцність фундаментів, опор і несучих елементів конструкції ваг	7.3	так	ні
Визначення метрологічних характеристик:	7.4		
- мінливості показів ненавантажених ваг (похибки встановлення на нуль);	7.4.1	так	так
- незалежності показів ваг від положення вантажу на вантажоприймальному пристрої;	7.4.2	так	так
- похибки навантажених ваг (у статистиці);	7.4.3	так	так
- поріг чутливості;	7.4.4	так	так
- похибки компенсації або вибірки маси тари;	7.4.5	так	так

4. ЗАСОБИ ВИМІРЮВАННЯ ДЛЯ ПОВІРКИ

При проведенні повірки застосовують наступні засоби вимірювання (таблиця 2).

Таблиця 2

Номер пункту методики повірки	Найменування основного або допоміжного засобу вимірювання; номер документа що регламентує технічні вимоги до засобу; його розряд і (або) метрологічні характеристики
7.1.2. - 7.2.	Металева вимірювальна лінійка по ДСТУ ГОСТ 427; рулетка по ДСТУ 4179; рівень з ціною поділки 0,2 по ДСТУ ГОСТ 9392
7.4.1. - 7.4.6.	Еталонний ваговимірювальний пристрій. Зважувальний неавтоматичний калібрувальний пристрій для безгирної повірки і калібрування великовантажних платформних ваг (ВНКУ-60) з найбільшою межею зважування 60 т. і силувимірювальними датчиками класу точності С3, С4 або А5М по ДСТУ OIML R 60:2010, і пристроєм відображення інформації.
7.4.5.	Еталонні гири 4-го розряду по ДСТУ OIML R 111-1:2008
7.4.3.	Годинник з секундною індикацією

5. ВИМОГИ БЕЗПЕКИ

При проведенні повірки дотримуються вимог безпеки відповідно до ГОСТ 12.2.003, ваги із вмонтованими засобами вимірювання заземляють відповідно до ГОСТ 12.2.007.0.

При роботі дотримують правил і вказівок, які викладені в експлуатаційних документах на засоби навантаження ваг, що містять пристрої високого тиску або підйомно-транспортні засоби, і вимог у ГОСТ 12.3.002, ГОСТ 12.3.009, ГОСТ 12.3.020.

6. УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ПОВІРКИ ТА ПІДГОТОВКА ДО НЕЇ

6.1. Умови проведення повірки повинні відповідати встановленим в експлуатаційній документації на ваги, що повіряються і засоби вимірювання за відсутності атмосферних опадів і швидкості вітру не більше 5 м/с.

6.2. Засоби повірки і ваги витримують при заданій температурі не менше 1 години. Еталонні засоби вимірювання і ваги, що повіряються, включають не менше чим за 15 хвилин до початку повірки (якщо інше не передбачене в експлуатаційній документації).

6.3. Якщо умовами експлуатації ваг передбачена передача результатів зважування зовнішнім електронним пристроям (ПЕВМ, касовим апаратам, принтерам і ін.) або використання ваг у складі вантажних (дозуючих) пристроїв, то повірку слід проводити спільно з цими пристроями, а в свідоцтві вказати, що ваги допускаються до експлуатації з відповідними зовнішніми пристроями.

6.4. Якщо умовами експлуатації ваг передбачено використання різних джерел живлення, то в свідоцтві про повірку слід вказати, при якому саме способі живлення проводилася повірка.

7. ПРОВЕДЕННЯ ПОВІРКИ

7.1. Зовнішній огляд і перевірка технічного стану ваг

7.1.1. При зовнішньому огляді ваг встановлюють:

- відсутність видимих пошкоджень вагової платформи, електропроводки і конструктивних елементів ваг у цілому, які можуть перешкоджати їх експлуатації;
- наявність заземлення відповідно до експлуатаційної документації (ЕД);
- наявність пломб і написів (тип, номер, рік випуску і так далі) на складових частинах ваг;
- комплектність відповідно до ЕД.

7.1.2. При технічному огляді встановлюють відповідність характеристик майданчика, опор, фундаменту і під'їзних шляхів автомобільних, вагонних і вагонетних ваг вимогам ЕД на ваги конкретного типу, виявляють наявність неприпустимих деформацій платформи, опор, тріщин та інших ознак руйнування конструкції фундаменту.

7.1.3. Результати зовнішнього огляду заносять в протокол.

7.2. Перевірка працездатності.

7.2.1. Перевіряють працездатність та взаємодію вимірювальної апаратури, блоків управління, візуалізації інформації, реєстрації результатів вимірів, а також передбачену виробником сигналізацію про несправності, або перевантаження згідно з вимогами нормативної документації і ЕД на ваги конкретного типу.

7.2.2. У ваг з декількома ваговими платформами перевіряють працездатність ваг з кожною платформою окремо і спільно. Для цього навантажують ваги, що повіряються, за допомогою еталонного ваговимірювального пристрою або баластним вантажем, транспортним засобом до (0,5-0,7) НМЗ, та фіксують рівень навантаження.

7.3. Випробування на міцність фундаментів, опор та несучих конструкцій ваг проводять в наступному порядку:

На вагах, що повіряються, задають 10-кратне вантаження за допомогою еталонного вимірювального пристрою або баластним вантажем, транспортним засобом з баластним вантажем на рівні, близькому до 1,2 НМЗ, після чого аналізують зміну стану фундаментів, опор, несучих елементів конструкції і працездатності самих ваг. У разі виявлення тріщин у фундаментах, помітної деформації опор, несучих елементів конструкції ваг або порушення їх працездатності, подальшу повірку припиняють та оформляють сповіщення про непридатність з відповідним записом в настанові з експлуатації.

7.4. Визначення метрологічних характеристик

Метрологічні характеристики визначають на зібраних і встановлених вагах. Метрологічні характеристики (МХ) ваг визначають методом силового навантаження з використанням схем, які приведені на рисунку 1. Співвідношення похибок вимірювального комплексу і ваг повинно бути не більше 1/3.

Прикладені навантаження мають бути близькими до розрахункових значень повіряємих точок по ГОСТ 8.453-82 (відхилення навантаження від розрахункового значення не повинно перевищувати 2% від НМЗ).

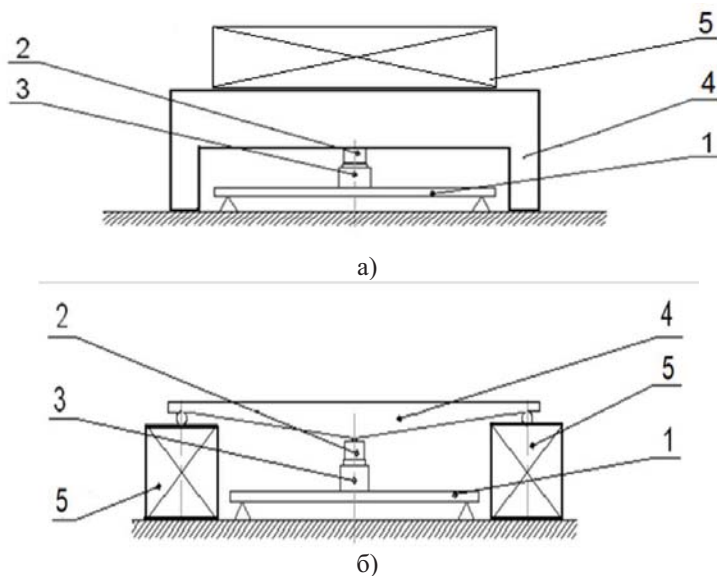


Рисунок 1. Варіанти навантаження вагоприймальної платформи одним великим баластним вантажем а), або двома меншими б), де:

- 1 - вантажоприймальна платформа;
- 2 - ваговимірювальні датчики;
- 3 - навантажуючий пристрій (наприклад, гідравлічний домкрат);
- 4 - вагопередавальний пристрій;
- 5 - баластний вантаж.

Примітка: у схемах а) і б) як баластний вантаж можуть бути використані типові вантажні залізничні вагони, які завантажені за нормами будь-яким типом вантажу.

7.4.1. Визначення мінливості показів ненавантажених ваг (похибки встановлення на нуль) здійснюють таким чином:

- при звільненому від навантаження вантажоприймального пристрою на вагах встановлюють нуль, маса, яка при цьому відображається, не повинна перевищувати $\pm 1e$ (e -ціна повірочної поділки або дискретність відліку ваг) протягом

10 хв. - для вагонних і вагонеточних ваг;

5 хв. - для автомобільних ваг;

1 хв. - для інших типів ваг, якщо інше не обумовлене в ЕД на конкретних типів ваг.

Після цього робиться 3-х кратне навантаження ваг за допомогою еталонного ваговимірювального пристрою (баластного вантажу або транспортним засобом з баластним вантажем) до 0,7 НМЗ і при кожному розвантаженні реєструють повернення нуля, його відмінність від спочатку встановленого не повинно перевищувати $1e$. Інакше ваги бракуються.

7.4.2. Визначення незалежності показів ваг від положення баластного вантажу на платформі здійснюють шляхом навантаження з максимально можливим наближенням до реальних точок прикладення зусиль від коліс вантажного вагону, які передаються через рейки на вантажоприймальну платформу. Тому при калібруванні (повірці) треба перевірити ситуації розташування вагону в будь-якому місці по всій довжині платформи, а відтворювати зусилля потрібно точково і симетрично відносно поздовжньої осі ваг (рисунок 2).

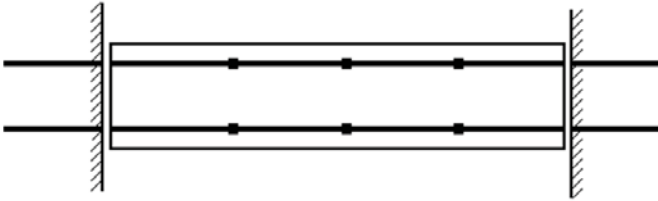


Рисунок 2. Схема точкового відтворення зусиль від коліс вантажного вагону на вантажоприймальну платформу

У кожній позиції розташування коліс вантажного вагону при навантаженні задають зусилля не менше 0,2 НМЗ. При цьому різниця між показами ваг та еталонного вимірювального пристрою не повинна перевищувати $\pm 1e$, інакше ваги бракують.

На вагах, що мають декілька вантажоприймальних платформ, повірку проводять на кожній з них.

7.4.3. Визначення похибки навантажених ваг.

Похибку навантажених ваг для статичного зважування вантажів і транспортних засобів визначають в наступній послідовності:

- встановлюють еталонний ваговимірювальний пристрій ВНКУ-60;

- проводять трикратне навантаження (розвантаження) ваг навантаженнями, близькими до розрахункових значень, які дорівнюють десяти значенням маси, рівномірно розподілених у всьому діапазоні зважування, включаючи НмМЗ, 500e, 2000e і НМЗ (для середнього класу точності) та НмМЗ, 50e, 200e і НМЗ (для звичайного класу точності). Відхилення навантаження від розрахункового значення не повинне перевищувати 2% від НМЗ;

- на кожному рівні навантаження (розвантаження) одночасно реєструють покази еталонного вимірювального пристрою $M_{дi}$ та ваг M_i .

- різниця між $M_{дi}$ та M_i на відповідному рівні не повинна перевищувати значення межі припустимої похибки встановленої в ДСТУ EN 45501, інакше ваги бракують;

Для ваг, що містять в своєму складі дві платформи з автономними вимірювальними каналами від кожного датчика і ПЕВМ, допускається визначати похибку ваг послідовним навантаженням окремо кожної платформи, формуючи при цьому 10 рівнів навантаження, рівномірно розподілених в діапазоні від 0,5 НмМЗ до 0,5 НМЗ.

7.4.4. Визначення порогу чутливості

Поріг чутливості ваг визначають не менше, чим при трьох значеннях навантаження, включаючи НмМЗ і НМЗ, шляхом збільшення або зменшення навантаження на вантажоприймальну платформу від $1e$ до $1,4e$, при цьому покази ваг повинні змінитися на $1e$, інакше ваги бракують.

Визначення порогу чутливості можливо поєднувати з визначенням похибки навантажених ваг.

7.4.5. Визначення похибки компенсації маси тари

Процедура визначення похибки компенсації або вибірки маси тари полягає в наступному:

- на звільнених вагах встановлюють "0";
- навантажують ваги до $0,5$ НМЗ за допомогою еталонного ваговимірювального пристрою (баластним вантажем, транспортним засобом), фіксують покази ваг $M_{д1}$ та подають команду "Компенсація тари" або "установлення 0". При цьому покази ваг повинні відповідати "0";
- знімають навантаження і фіксують покази ваг $M_{д2}$.

При цьому різниця між абсолютними значеннями $M_{д1}$ та $M_{д2}$ не повинна перевищувати $1e$.

8. ОФОРМЛЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ПОВІРКИ

8.1. Позитивні результати повірки оформляють свідоцтвом про повірку, із нанесенням відтиску повірочного тавра клейма на пломбу ваг і записом у настанові з експлуатації, завіреним підписом повірника відповідно до ДСТУ 2708. Місце розташування пломби вказується в технічній документації з експлуатації ваг.

8.2. При негативних результатах повірки ваги до експлуатації не допускають, відтиски повірочного тавра гасять, свідоцтво про повірку анулюють і видають сповіщення про непридатність. Відповідний запис роблять в настанові з експлуатації.

ДОДАТОК А

ФОРМА ПРОТОКОЛУ

Повірки ваг статичного зважування

1. Тип ваг _____
2. Завод виробник _____
3. Рік виготовлення _____
4. Заводський номер _____
5. Належність _____

Повірка проводилась «__» _____ 20__ р.

_____ коротка характеристика сталонних і допоміжних засобів, вжитих при повірці, номер і тип

при температурі _____

Результати зовнішнього огляду, випробування і перевірки працездатності

РЕЗУЛЬТАТИ ПОВІРКИ

Мінливість показів ненавантажених ваг _____

Незалежність показів ваг від положення вантажу на вантажоприймальному пристрої

Результати визначення похибки навантажених ваг

Покази еталонного вимірювального пристрою, $M_{ді}$, кг		Покази ваг, M_i , кг		Дійсне значення навантаження, $M_{ді}$ кг		Похибка ($M_{ді}-M_i$), кг	
Навантаження	Розвантаження	Навантаження	Розвантаження	Навантаження	Розвантаження	Навантаження	Розвантаження
I цикл							
II цикл							
III цикл							

Похибка складає _____

Поріг чутливості

--	--	--	--	--	--	--	--

Висновок за результатами повірки :

Ваги _____ класу точності
 відповідає , не відповідає вимогам ДСТУ EN 45501 для ваг середнього, загального

Видано свідоцтво № _____ від « __ » _____ 20__ р.

Повірку проводив _____
 підпис ППБ

5 ВИСНОВКИ ТА ОЧІКУВАННІ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

Доставка ВПВ до місця повірки та робота з ним потребує значних витрат. Операція повірки з використанням ВПВ є дуже витратною, трудомісткою. Так, за 2016 рік експлуатаційні витрати на проведення 511 операцій з повірки вагонних ваг з використанням ВПВ з урахуванням витрат на деповській та капітальний ремонт тільки по Одеській залізниці досягли 3,5 млн. грн.. Собівартість однієї операції коштує, приблизно, біля 7 тис. грн..

Зараз тільки на Одеській залізниці для операцій з повірки ваг задіяні 28 одиниць ВПВ. З появою відразу двох варіантів конструкції ЗНКП-60 стає зовсім реальним їх застосування замість ВПВ в операціях з повірки чи калібрування великовантажних платформних залізничних ваг без додаткових фінансових витрат на модернізацію останніх [19]. Що суттєво знизить напругу з дефіцитом вагоповірочних вагонів, яка веде до затримання термінів виконання повірки [20]. Весь комплекс може транспортуватися на вантажопасажирському автомобілі. Загальна вартість такої мобільної калібрувальної лабораторії з урахуванням вартості автомобіля може скласти, приблизно, до 1000 тис. грн. Термін окупності витрат на виготовлення ЗНКП-60 та випробування дослідного зразка мобільної калібрувальної лабораторії для повірки вагонних ваг складає не більше одного року. При цьому можна буде отримати розрахункове зниження до 290 тис. грн. (у 12 разів) річних експлуатаційних витрат у порівнянні з використанням ВПВ, а підприємствам позбутися черги на повірку своїх платформних ваг, які задіяні у комерційних вантажоперевезень. Але треба зауважити, що повністю відмовитися від ВПВ було б не доречно. Варто залишити 1-2 одиниці ВПВ з комплектом еталонних гир і використовувати їх у якості робочих еталонів для калібрування ЗНКП-60 або для юстування платформних залізничних ваг в окремих випадках.

В цій науково-дослідній роботі запропоновано один новий спосіб [8] відтворення навантажувальних зусиль і відповідні до нього дві схеми

навантаження вантажоприймальної платформи. Але можливі і альтернативні способи. Так авторами запропоновано альтернативний спосіб навантаження вантажоприймальної платформи [21], який не менш привабливий і конкурентоспроможний що до запропонованих вище, але потребує подальшого дослідження та розробки варіантів конструкцій з деталізацією окремих складових елементів і відповідної методики виконання вимірювань. Привабливість альтернативного способу полягає в тому, що автори пропонують відмовитись від класичних тензометричних способів вимірювання маси з використанням еталонних тензометричних датчиків, які потребують виготовлення спеціальної складної конструкції самого вимірювального пристрою ЗНКП-60, і застосувати замість них об'ємний спосіб виміру і розрахунку маси вантажу із застосуванням таких еталонних ЗВТ, як лічильники об'єму однорідної рідини, наприклад, води, яку можна використовувати для навантаження платформи ваг із звичайної водопровідної мережі, або із пожежної ємності, розташованої поряд із вагами. На жаль фінансові обмеження в цьому проекті не дозволяють зробити проектно-конструкторські дослідження в цьому напрямку.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ

НДР	- науково-дослідна робота;
ВПВ	- вагоповірочний вагон;
СКО	- середнє квадратичне відхилення;
ЗВТ	- засіб вимірювальної техніки;
Max	- найбільша границя зважування ваг;
ЗНКП-60	- зважувальний неавтоматичний калібрувальний пристрій з найбільшою границею зважування 60 т;
ВП-5	- вимірювальний пристрій з найбільшою границею зважування 5 т;
ПК	- персональний комп'ютер;
СНиП	- будівельні норми та правила;
ДБН	- державні будівельні норми;
МКЕ	- метод кінцевих елементів;
ГОСТ	- міждержавний стандарт;
ДСТУ	- державний стандарт України

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ EN 45501 Пристрої неавтоматичні зважувальні. Загальні технічні вимоги та методи випробувань.
2. ГОСТ 29329 Весы для статического взвешивания. Общие технические требования.
3. ГОСТ 8.453 ГСИ. Весы для статического взвешивания. Методы и средства поверки.
4. ДСТУ 111-1 (OIML R 111-1, IDT) Гирі класів точності E_1 , E_2 , F_1 , F_2 , M_1 , M_2 , M_{2-3} , $I M_3$. Частина 1. Загальні технічні вимоги та методи випробування.
5. Организационно-методические принципы обеспечения точности взвешивания при настройке и поверке большегрузных весов. Кудрявцев А.Г. генеральный директор ЗАО «Промконструкция», Сенянский М.В. генеральный директор, к.т.н. [Электронный ресурс] // Сайт весоизмерительной компании «Тензо-М»: - Режим доступа /www/ URL: <http://www.tenso-m.ru/publications/90/>– Тема з екрану, доступ вільний, 20.07.2015.
6. МИ 2520-99 «Рекомендация. Государственная система обеспечения единства измерений. Весы электромеханические большегрузные. Методика поверки. Госстандарта России».
7. Боряк К.Ф., Ваганов О.І., Коломієць Л.В., Лопатін О.О., Цимбалюк А.Г. Зважувальний неавтоматичний калібрувальний прилад для безгірної повірки великовантажних платформних залізничних ваг// Научно-технический и производственный журнал «Металлургическая и горнорудная промышленность». – Днепропетровск, 2015. - Выпуск №6(297). – С.100-105.
8. К. Ф. Боряк, О.І. Ваганов, Л.В. Коломієць, О.О. Лопатін, А.Г. Цимбалюк Спосіб безгірної повірки платформних ваг // Патент UA №104388. Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 25.01.2016р. - Бюл. №2. – Режим доступу: <http://www.uapatents.com>.
9. К. Ф. Боряк, Л.В. Коломієць, О.О. Лопатін, А.Г. Цимбалюк Пристрій для безгірної повірки платформних ваг // Патент UA №104577.

Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 10.02.2016р. - Бюл. №3. – Режим доступу: <http://www.uapatents.com>.

10. «Расчет многопролетных статически неопределенных балок», Веам.Ink 2.04 (с) 2005. – Режим доступу: <http://www.q3log.narod.ru/>.

11. СНиП II-23-81 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СП 16.13330.2011.

12. ДБН В.2.6-198:2014 Сталеві конструкції. Норми проектування.

К. Ф. Боряк, Л.В. Коломієць, О.О. Лопатін, А.Г. Цимбалюк Пристрій для безгірної повірки платформних ваг // Патент UA №105298. Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 10.03.2016р. - Бюл. №5. – Режим доступу: <http://www.uapatents.com>.

13. Технічний регламент неавтоматичних зважувальних пристрійів. Постанова КМУ від 11.03.2009 № 190.

14. ГОСТ 15150. Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды.

15. ГОСТ 14254 (МЭК 529-89). Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP). Межгосударственный стандарт.

16. Erratum to OIML R 60(E) (Edition 2000) International recommendation. Metrological regulation for load cells.

17. ДСТУ OIML R 60:2010 Датчики навантаження (ваговимірювальні). Метрологічні норми та методи випробування (OIML R 60:2000, IDT).

18. К. Ф. Боряк, Л.В. Коломієць, А.А. Лопатин, А.Г. Цимбалюк Техническое решение по конструкции электронного передвижного весового неавтоматического калибровочного устройства (ВНКУ-60) для применения в безгірної поверке и калибровке большегрузных платформенных вагонных весов // Вісник сертифікації залізничного транспорту. – Дніпропетровськ, 2015. – Випуск №05(32). – С. 48-54.

19. К. Ф. Боряк, Л.В. Кузнецова, О.О. Лопатін Шляхи зменшення залежності повірки великовантажних платформних ваг від дифіцитів вагоповірочних вагонів // Тези доповідей 5-ої Міжнародної науково-практичної конференції «Метрологія, технічне регулювання та забезпечення якості» у Одеській державній академії технічного регулювання та якості. - Одеса, 8-9.10.2015, - С. 170-172.

20. К. Ф. Боряк, Л.В. Коломієць, О.О. Лопатін Спосіб безгирної повірки платформних ваг // Патент UA №105375. Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 10.03.2015р. - Бюл. №5. – Режим доступу: <http://www.uapatents.com>.

21. Boryak K.F. Analysis of the design versions of auxiliary verifier for weight-free verification of large-load platform railroad scales // Metallurgical and Mining Industry. Polytechnic journal. – Dnepropetrovsk, №5(298), 2016.- page 94-99. - Режим доступу:http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2016_5/015Boryak.pdf.

22. Boryak K.F. A new design of non-automatic weighing calibration device for weight-free verification of large-load platform railroad scales // Metallurgical and Mining Industry. Polytechnic journal. – Dnepropetrovsk, №7(298), 2016.- page 46-49. - Режим доступу: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2016_7/008Boryak.pdf.

23. Боряк К.Ф., Ваганов О.І., Коломієць Л.В., Лопатін О.О., Цимбалюк А.Г. Особливості застосування методики безгирної повірки для великовантажних платформних вагонних ваг // Научно-технический и производственный журнал «Металлургическая и горнорудная промышленность». – Днепропетровск, 2016. - Выпуск 1(298). – С. 86-91. – Режим доступу: <http://www.metaljournal.com.ua/1-298-201/>.

ДОДАТОК А



МІНІСТЕРСТВО ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
"УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ ВАГОНОБУДУВАННЯ"
(ДП «УкрНДІВ»)

ОРГАН З СЕРТИФІКАЦІЇ
ПРОДУКЦІЇ ВАГОНОБУДУВАННЯ

ВИПРОБУВАЛЬНИЙ ЦЕНТР
ПРОДУКЦІЇ ВАГОНОБУДУВАННЯ

Код 00388168, р/р № 26002060073768 у відділенні "Кременчушка філія" філії "ПІРУ" ПАТ КБ "ПриватБанк", МФО 331401
39621, Україна, м. Кременчук Полтавської обл., вул. ІІ Пришляка, 33
тел. (05366) 6-23-32, факс (05366) 6-10-36 e-mail: office@ukrmdiv.com.ua

№ 02-4.3/19-1819 від 21.12.2015 р.

Ректору Одеської державної
академії технологічного
регулювання та якості
проф. Коломійцю Л.В.

65020, м.Одеса, вул. Ковальська, 15

Щодо технічної можливості використання
різних варіантів конструкції приладу ЗНКП-60
для безгирної повірки залізничних платформних ваг

Шановний Леоніде Володимировичу!

Згідно до Вашого запиту від 17.08.2015 № 341 провідними фахівцями ДП «Український науково-дослідний інститут вагонубудування» (ДП «УкрНДІВ») на предмет відповідності вимогам безпеки руху поїздів, охорони праці та довкілля нами було розглянуто технічну документацію на виріб «Електронний пересувний зважувальний неавтоматичний калібрувальний прилад з найбільшою границею зважування 60т – ЗНКП-60», яка розроблена Вашими фахівцями в рамках виконання НДР-011U002188. У наданій технічній документації пропонуються дві схеми навантаження вантажоприймальної платформи для безгирної повірки ваг з використанням ЗНКП-60 і відповідно до них два різні за конструкцією варіанти приладу ЗНКП-60:

1. **Перший варіант** конструкції приладу ЗНКП-60 містить баластний вантаж у вигляді одного вантажного напіввагону і складається з шести модулів, згрупованих попарно у три окремі секції, які розташовуються на рейках вагової платформи на міжцентровій відстані 1700 мм одна від одної. До складу ЗНКП-60 входять три гідравлічних домкрата (два по 5 т і один на 15 т).

Згідно конструкторської документації до «напіввагону» існують спеціально передбачені опорні місця під встановлення домкратів (нижній лист шворневої балки під шворневою стійкою), які визначено з урахуванням розрахунків та випробувань на міцність рами вагона. В результаті встановлення домкратів по запропонованій схемі (під хребтовою та поміжними балками), можливі деформації та злами проміжних балок та деформація нижньої полки хребтової балки, що автоматично призведе до відцепу вагона для виконання ремонту. Для остаточного висновку необхідно зробити відповідні розрахунки на міцність конструктивних елементів кузова напіввагона під впливом розрахункового навантаження від гідравлічних домкратів через застосований варіант конструкції ЗНКП-60. При відсутності таких розрахунків вважаємо виготовлення і експериментальне випробування на практиці першого варіанту конструкції ЗНКП-60 неприпустимим, а також надто небезпечним для обслуговуючого персоналу.

039430

2. Другий варіант приладу ЗНКП-60 для безгирної повірки платформних ваг містить баластний вантаж, який утворений двома залізничними вагонами будь-якого типу, і завантажених вантажем випадкового типу у встановленій нормі.

Колісні пари вагонів розташовані на рейках під'їзних колій за межами вантажоприймальної платформи. На ділянці рейок, розташованих на вантажо-приймальній платформі, встановлено три вагопередавальних пристрої. На кожному вагопередавальному пристрої встановлено по два ваговимірювальні пристрої. Зверху на ваговимірювальних пристроях встановлено навантажувальні пристрої (наприклад, гідравлічні домкрати), які пов'язані паралельно з джерелом тиску.

Такий варіант пристрою ЗНКП-60 має безумовні переваги перед першим:

1. Відсутня небезпечна зона при проведенні монтажних робіт для обслуговуючого персоналу.

2. Відсутні обмеження у застосуванні в якості баластного вантажу тільки одного типа залізничного вагону – «напіввагону».

3. Відсутні конструктивні обмеження щодо збільшення максимального зусилля навантаження на вертикальні стійки та хребтову балку кузова напіввагону.

З урахуванням вимог безпеки руху поїздів, охорони праці та довкілля, другий варіант пристрою ЗНКП-60 може бути рекомендований до впровадження. Для цього потрібно, в першу чергу, розробити та затвердити встановленим порядком методику безгирної повірки великовантажних платформних залізничних ваг, потім виготовити дослідний зразок ЗНКП-60 та експериментально перевірити його працездатність і зручність у роботі, а також на відповідність технічних та метрологічних характеристик, зазначених Вами у технічній документації.

Сподіваємось на ефективну співпрацю та отримання позитивних результатів при вирішенні завдання по зниженню фінансових витрат українських залізниць на здійснення періодичної повірки залізничних платформних ваг.

З повагою

Директор ДП «УкрНДІВ»



А.В. Донченко

----- * ДІЯ НОТАТКІВ * -----

----- * ДІЯ НОТАТКІВ * -----

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

Боряк Костянтин Федорович
Коломієць Леонід Володимирович
Лопатін Олександр Олександрович
Ваганов Олександр Іванович
Цимбалюк Анатолій Григорович

ІННОВАЦІЙНІ ПРИСТРОЇ ВИМІРЮВАННЯ МАСИ
ДЛЯ БЕЗГИРНОЇ ПОВІРКИ ВЕЛИКОВАНТАЖНИХ
ПЛАТФОРМНИХ ЗАЛІЗНИЧНИХ ВАГ

Монографія

За загальною редакцією доктора технічних наук К.Ф. Боряка

Видано в авторській редакції

Редактор, макет обкладинки: *А.І. Розмарія*

Підписано до друку 26.12.2016 р.
Формат 60×84/16. Папір офсетний. Гарнітура TimesNewRoman.
Друк офсетний. Ум. друк. арк. 6,05. Наклад 300 прим.
Зам. № 2312.

Надруковано з готового оригінал-макету у друкарні «Апрель»
ФОП Бондаренко М. О.
65045, м. Одеса, вул. В. Арнаутська, 60
тел.: +38 0482 35 79 76
www.aprel.od.ua

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до державного реєстру видавців ДК № 4684 від 13.02.2014 р